

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа энергетики

Отделение Электроэнергетики и электротехники

Направление подготовки 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника (бакалавриат)

Профиль Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка комплекса инженерно-технических средств с целью повышения надежности электроснабжения коммерческого банка

УДК 621.31.031:336.713

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5ГЗБ1	Федоренко Александр Сергеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Шилин А.А.	д.т.н., профессор		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ШИП	Попова С.Н.	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОКД ИШНКБ	Ледовская А.М.	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель Отделения	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Дементьев Ю.Н.	Ph.D, доцент		

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа энергетики

Отделение Электроэнергетики и электротехники

Направление подготовки 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника (бакалавриат)

Профиль Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. отделением

(Подпись) _____ (Дата) Ю.Н. Дементьев
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-5ГЗБ1	Федоренко Александр Сергеевич

Тема работы:

Разработка комплекса инженерно-технических средств с целью повышения надежности электроснабжения коммерческого банка	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 856/с от 08.02.2018г

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2018г.
--	--------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объектом проектирования является разработка схемы электропитания электроприёмников 1-й категории энергоснабжения с резервированием от 2-х отдельных вводов электропитания, с дополнительной установкой резервного генератора (на базе коммерческого банка ПАО «Томскпромстройбанк»). Подключаемая нагрузка к генератору не должна превышать 60% его максимальной мощности, предусмотреть использование источников вторичного и бесперебойного электропитания (по требованиям «Заказчика»). Для системы противодымной вентиляции учесть требуемый напор воздуха 500Па, объём воздуха – 5,5 м ³ /с.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. Подключение электроприёмников 1-й категории. 2. Выбор автоматического ввода резерва (АВР), 3. Выбор резервного генератора, 4. Выбор типа аварийного освещения, 5. Выбор источников вторичного электропитания, бесперебойного питания, аккумуляторных батарей, 6. Система противодымной вентиляции, выбор и расчёт параметров применяемого электродвигателя,

	7.Проведение расчетов разделов: финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение и социальная ответственность.
Перечень графического материала	Структурные схемы, схемы замещения, типовые виды применяемого оборудования.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	к.э.н. Доцент ШИП, Попова С.Н.
Социальная ответственность	Ассистент ОКД ИШНКБ Ледовская А.М.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Заключение	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	05.04.2018г.
---	--------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Шилин А.А.	д.т.н., профессор		05.04.2018г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5ГЗБ1	Федоренко Александр Сергеевич		05.04.2018г.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕДИНЕНИЕ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-5ГЗБ1	Федоренко Александр Сергеевич

Школа	ИШЭ	Отделение	Электроэнергетика и электротехника
Уровень образования	Бакалавриат		

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. <i>Стоимость затрат технического проекта (ТП): на специальное оборудование, зарплат, страховые отчисления, прочие и накладные расходы</i>	В ТП задействованы 2 человека: руководитель и инженер, исходными данными ТП являются схема электроснабжения коммерческого банка, стоимость оборудования и расходы на оплату труда. МРОТ на 01.05.2018 г. составляет 11163 руб. Отчисления по страховым взносам – 30,2% от ФОТ. Прочие и накладные расходы определяются исходя из суммы остальных статей расходов.
2. <i>Продолжительность выполнения ТП</i>	Приблизительная оценка продолжительности выполнения ТП составляет 120 календарных дней

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка потенциала и перспективности реализации ТП с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Потенциал и перспективность реализации ТП оценивали с помощью QuaD-технологии, SWOT-анализа и интегральной оценки ресурсоэффективности.
2. <i>Планирование и формирование графика работ по реализации ТП</i>	Для составления графика технико-конструкторских работ используется оценка трудоемкости работ для каждого исполнителя. По полученным данным строится график инженерных работ.
3. <i>Формирование сметы</i>	В процессе формирования сметы ТП используется следующая группировка затрат по статьям: <ul style="list-style-type: none"> • материальные затраты ТП; • полная заработная плата исполнителей; • отчисления во внебюджетные фонды; • накладные расходы.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Перечень работ
2. Линейный график работ
3. Бюджет проекта

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Попова Светлана Николаевна	к.э.н. доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5ГЗБ1	Федоренко Александр Сергеевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
З-5ГЗБ1	Федоренко Александр Сергеевич

Школа	ИШЭ	Отделение	Электроэнергетика и электротехника
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Комплекс инженерно-технических средств для повышения надёжности электроснабжения коммерческого банка.
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты; (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты) 	<p>Анализ вредных факторов:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Шум; 2. Вибрация; 3. Недостаточный уровень освещения; 4. Электромагнитное излучение; 5. Отклонение параметров микроклимата. <p>Анализ опасных факторов:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Поражение электрическим током; 2. Механические травмы.
<p>2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); 	<p>1. Анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы вредных выхлопов от работы дизельного генератора, от работы двигателей служебного автотранспорта, системы вентиляции);</p>

<ul style="list-style-type: none"> – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p>2. Анализ воздействия на литосферу: образование твёрдых отходов, связанных с функционированием всех подразделений банка.</p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	<p>Возможное возникновение пожара в помещениях коммерческого банка может рассматриваться как ЧС. Разработка мер безопасности во время эксплуатации разрабатываемого решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - по необходимому оснащению (первичные средства пожаротушения, пожарная сигнализация, система автоматического пожаротушения); - наличие инструкций по пожарной безопасности для работников; - план эвакуации работников при пожаре.
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>1. Случаи представления гарантий и компенсаций (в соответствии со ст. 165 ТК РФ);</p> <p>2. Правила внутреннего трудового распорядка предприятия;</p> <p>3. Разработка организационных мероприятий при компоновке рабочей зоны (в соответствии с эргономическими требованиями).</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОКД ИШНKB	Ледовская Анна Михайловна	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5ГЗБ1	Федоренко Александр Сергеевич		

Содержание

Реферат	9
Введение	11
1. Общие требования по обеспечению электроснабжения банка	13
2. Определение электропотребителей 1 категории	16
3. Выбор системы автоматического ввода резерва	19
4. Выбор типа резервного генератора	22
4.1. Выбор дизельного генератора	24
4.2. Совместная работы системы АВР с дизельным генератором	26
4.3. Алгоритм работы системы АВР совместно с дизель-генератором	30
5. Аварийное освещение	31
6. Оборудование помещения «Серверная комната»	34
7. Система охранно-пожарной сигнализации и система оповещения и управления эвакуацией при пожаре	40
8. Оборудование системы видеонаблюдения	47
9. Система контроля доступа и управления доступом	50
10. Оборудование в помещениях «Кассовый узел», «Хранилище ценностей»	53
11. Оборудование в специализированных помещениях банка	54
12. Противодымная вентиляция	55
12.1. Типы применяемых вентиляторов	55
12.2. Требования по подключению противодымной вентиляции	56
12.3. Выбор силового оборудования	58
12.4. Расчёт параметров электродвигателя	59
12.5. Расчёт параметров Т-образной схемы замещения	61
13. Расчёт статистических и динамических характеристик разомкнутой системы электропривода	64
13.1. Расчёт естественных механических и электромеханических характеристик системы регулируемого электропривода	64
13.2. Расчёт искусственных механических и электромеханических характеристик системы регулируемого электропривода	68

13.3. Выбор преобразовательного устройства для системы регулируемого электропривода	74
13.4. Расчёт и выбор основных силовых элементов системы регулируемого электропривода	76
13.5. Выбор магнитного пускателя	89
14. Сводная ведомость расчёта электрических нагрузок сети резервного электропитания банка	91
15. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	92
16. Планирование работ по проектированию	99
17. Социальная ответственность	110
18. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	129
Заключение	131
Список использованных источников	132
Приложения	

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 136 страниц, 41 рисунок, 23 таблицы, 48 источников, 4 приложения.

Ключевые слова: основной ввод электропитания, автоматический ввод резерва (далее - АВР) электропитания, дизельный электрический генератор, источник бесперебойного питания, источник вторичного электропитания, аккумуляторная батарея, охранно-пожарная сигнализация, противодымная вентиляция.

Объект исследования: система автоматического резервного электропитания потребителей 1 категории коммерческого банка.

Цель работы: разработка комплекса инженерно-технических средств с целью повышения надёжности электроснабжения коммерческого банка.

В ходе разработки проведён подбор оборудования, требуемого для организации бесперебойного электропитания особо важных и основных подразделений банка, относящихся к 1 категории электроснабжения. Определены подразделения в этих категориях электропотребителей, разработана организационная схема их подключения к системе АВР, в том числе с учетом подключений к дизельному генератору, дополнительным источникам бесперебойного электропитания. Разработан алгоритм работы проектируемой системы АВР. Согласно нормативных требований (МВД, МЧС, ФЗ и др.) по обеспечению требуемых параметров длительности работы оборудования проведены расчёты ёмкости и числа применяемых аккумуляторных батарей.

Область применения: установки системы гарантированного электропитания основных электропотребителей 1 категории коммерческого банка.

Экономическая эффективность/значимость работы: перерывы в электроснабжении, длительные отключения электропитания в коммерческом банке могут угрожать безопасности жизни людей, когда речь идёт о системах оповещения о пожаре и эвакуации при пожаре, системах дымоудаления и пожаротушения, а так же могут непосредственно угрожать сбоям в работе систем финансовой и информационной безопасности банка.

Термины и определения

Основной ввод электропитания — ввод, от которого осуществляется электропитание всех нагрузок в течении длительного времени.

Автоматический ввод резерва (АВР) электропитания — устройство предназначенное для автоматического переключения питания электрических нагрузок от неисправного источника энергии к рабочему источнику.

Резервный ввод электропитания — ввод, от которого осуществляется питание всех (или части) нагрузок во время отсутствия питания на основном вводе либо, если качество электроэнергии основного ввода неудовлетворительно.

Дизельный электрический генератор (ДЭГ) — источник резервного электроснабжения на базе комплексной установки, состоящей из дизельного двигателя внутреннего сгорания и электрического генератора.

Программируемый логический контроллер (ПЛК)— специализированное электронно-вычислительное устройство, предназначенное для управления технологическим оборудованием.

Источник бесперебойного питания (ИБП)— резервный источник энергии на базе силовых полупроводниковых преобразователей с питанием от аккумуляторной батареи.

Неприоритетная нагрузка— нагрузка отключение которой в случае ограниченной мощности резервного источника не приводит к сбою технологических процессов и не создаёт опасности для персонала.

Система гарантированного электроснабжения (СГЭ) — система электроснабжения, обеспечивающая питание электрических нагрузок при неисправности основного источника энергии, но допускающая перерывы питания на время срабатывания АВР.

Система бесперебойного электроснабжения (СБЭ)— система электроснабжения, обеспечивающая питание электрических нагрузок от нескольких резервных источников без каких-либо перерывов питания.

ВВЕДЕНИЕ

В данной работе рассматривается проектное решение для обеспечения бесперебойного электроснабжения одного из филиалов банка ПАО "Томскпромстройбанк" (Публичное акционерное общество "Томский акционерный инвестиционно-коммерческий промышленно-строительный банк").

ПАО «Томскпромстройбанк» – региональный универсальный банк, который работает на территории Томской области: города Томск (Головная организация и 2 филиала), Северск, Асино, Колпашево, Стрежевой, с. Каргасок.

По состоянию на 01.04.2018 года ПАО "Томскпромстройбанк" занимает 181 место по рейтингу банков в России, уставный капитал банка составляет 415 млн.руб. Всего в банке открыто 40 032 счета клиентов, имеется 43 собственных банкомата, 8 пунктов выдачи наличных, установлено в организациях торговли 585 платёжных терминалов. В настоящее время акциями ПАО "Томскпромстройбанк" владеют всего 1342 акционера, в том числе, 76 юридических лиц (доля юридических лиц в уставном капитале – 28,2 %); 1266 физических лиц (доля – 71,8 %) и 1 номинальный держатель акций (доля – 0,01%). Одним из крупнейших акционеров является Томская область в лице Департамента по управлению государственной собственностью Томской области. [1].

ПАО "Томскпромстройбанк" является крупнейшим самостоятельным коммерческим банком Томской области, при этом он выполняет все функции, присущие крупному универсальному банку: производит денежные расчеты между предприятиями, работает с вкладами населения, активно кредитует физических лиц, работает в сфере ипотечного кредитования, аккумулирует временно свободные средства предприятий, организаций и обеспечивает их потребности в кредитах, осуществляет комплексное обслуживание внешнеэкономической деятельности, выпускает банковские карты «Мир» и «VISA», имеет собственную службу инкассации. На сегодняшний день он является единственным региональным банком, работающим в Томской области, в 2017 году исполнилось 25 лет со дня его основания. Так к сравнению, в 1996 году на территории Томска и Томской

области работали всего 24 региональных банка, которые, в итоге, либо разорились и прекратили своё существование, либо перешли в состав более крупных банков, в основном с пропиской в г. Москва.

Особо важным в решении с каким финансовым учреждением работать у юридических лиц и населения в целом является то, что они могут доверять свои личные финансы этой организации либо нет. Возможность беспрепятственно снимать свои наличные денежные средства, в любое время производить какие-либо оплаты посредством имеющихся у банка платёжных систем (терминалы, онлайн сервисы), возможность получения кредитов на покупку жилья, строительство, на организацию бизнеса, собственные нужды, а так же устойчивое положение на финансовом рынке в течении долгих лет - всё это является определяющими факторами в доверии клиентов к выбору банка.

Обеспечение надёжного функционирования всех систем банка является приоритетной задачей для всех его сотрудников, в том числе и в части моей работы по выбору, установке и техническому обслуживанию инженерно-технических средств с целью повышения надёжности электроснабжения банка.

1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ БАНКА

Исходя из того, что коммерческий банк, как кредитно-финансовое учреждение отвечает непосредственно за своевременное проведение операций с денежными потоками, от точности и оперативности которых очень сильно зависят многие участники сферы бизнеса, частные лица, то для банка очень важным критерием является наличие гарантированной возможности непрерывной, в том числе и независимой автономной, работы в случае любого нарушения общего электроснабжения.

Перерывы в электропитании систем, обеспечивающих функционирование коммерческого банка, может повлечь огромные экономические потери, связанные выходом из строя терминалов, платёжных систем, компьютерного и технологического оборудования, отключением систем защиты программного обеспечения банка, потерей информации о платежах, денежных потоках, что в итоге может нанести непоправимый ущерб как финансовый так и репутационный, что в дальнейшем может привести к ликвидации финансового учреждения в целом.

Так же, в ряде случаев, перерыв электроснабжения может угрожать безопасности жизни людей, когда речь идёт о системах оповещения о пожаре и эвакуации при пожаре, системах дымоудаления и пожаротушения, аварийном освещении, а так же может непосредственно угрожать безопасности имущества банка, когда речь идёт о системах информационной безопасности, системе охранной сигнализации и видеонаблюдения.

Согласно требованиям Федерального закона от 23.07.2013 года №208-ФЗ, помещения организаций и учреждений (к которым относятся и коммерческий банк), где могут находиться от 50 человек и более относятся к объектам, где должны соблюдаться требования по антитеррористической защищённости объекта (установка и обеспечение бесперебойной работы: систем видеонаблюдения, систем противопожарной безопасности и оповещения, управления эвакуацией, наличие собственной охраны, ограничение доступа в отдельные помещения и

обеспечение пропускного режима в целом, наличие и работоспособность проходных рамок металлодетекторов и турникетов) [2].

Все вышеуказанные системы должны функционировать в круглосуточном режиме с обязательным резервированием электропитания при отключениях основной сети. Так, например, согласно требованиям СП 5.13130.2009 п.15.3 в качестве резервного источника питания электроприемников систем пожарной сигнализации и установок автоматического пожаротушения необходимо использовать аккумуляторные батареи или блоки бесперебойного питания, которые должны обеспечивать электропитание в дежурном режиме в течение 24 часов и в режиме «Тревога» - не менее 1-го часа[3].

«Электроприёмники 1-ой категории – это электроприёмники, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой опасность для жизни людей, угрозу для безопасности государства, значительный материальный ущерб, расстройство сложного технологического процесса, нарушение функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства, объектов связи и телевидения. Из состава электроприёмников 1-ой категории выделяется особая группа электроприёмников, бесперебойная работа которых необходима для безаварийного останова производства с целью предотвращения угрозы жизни людей, взрывов и пожаров», согласно п. 1.2.18 [4].

Одним из приоритетных вариантов обеспечения резервного питания обычно используется вторая питающая линия от другой подстанции либо другой трансформатор на действующей подстанции (в случае неисправности либо ремонтных работ на действующем трансформаторе электропитание может осуществляться без длительных перерывов с вышеуказанного оборудования в резервном режиме).

Данная схема значительно повышает надёжность электроснабжения нашего объекта, но для потребителей 1-й категории может оказаться недостаточной, что можно решить вводом дополнительных технических решений по резервированию системы электроснабжения банка.

Проектирование системы электроснабжения филиала банка рассматривается с учётом обеспечения резервирования систем электроснабжения: использование двух вводов линий электропитания от разных подстанций, с установкой системы автоматического ввода резервного [4].

Общая схема подключения указана на рис.1.

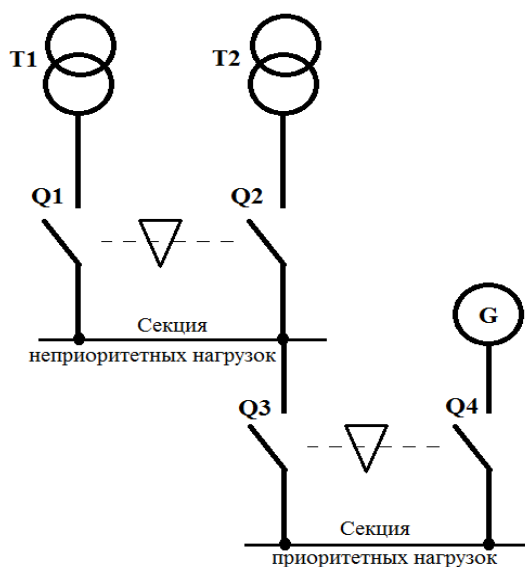


Рисунок 1 – Общая схема подключения электропитания.

Под трансформаторами T1 и T2 подразумеваются входящие 3-х фазные линии электропитания от двух разных подстанций энергосистемы. Переключение линий энергосистемы осуществляется посредством установки аппаратуры автоматического ввода резервного электропитания (ABP) – Q1, Q2. Электропитание секции приоритетных нагрузок (приёмники 1 категории), при полном отсутствии электропитания от энергосистемы (одновременно по линиям от T1 и T2) дальнейшее электроснабжение осуществляется от источника резервного питания, в нашем случае генератора G.

Так же необходимо предусмотреть возможность установок автономных источников электроэнергии, которые способны в течение некоторого времени поддерживать электропитание в сети для обеспечения корректного завершения

рабочих процессов на местах банковских служащих, в том числе, и не относящихся к 1 категории электроснабжения (секция неприоритетных нагрузок). При этом решается главная задача – избежать внезапного отключения этих рабочих мест, что бы не потерять данные или завершить обслуживание какого-либо клиента. Ресурс автономной работы от аккумуляторных батарей источника бесперебойного питания (далее - ИБП) обычно ограничен временем от 5 до 20 минут, за этот период система автоматического ввода резервного питания переключает особо важные системы электропотребителей (1 категория – секция приоритетных нагрузок) на дополнительные источники электроэнергии, например генераторной установки (G). Система электроснабжения, содержащая например автономный дизельный генератор и ИБП является бесперебойной.

Электропотребители секции неприоритетных нагрузок банка попросту заканчивают свою работу (на период времени работы от ИБП) до устранения причин аварии.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОПОТРЕБИТЕЛЕЙ 1 КАТЕГОРИИ

Для обеспечения бесперебойной работы всех систем, обеспечивающих функционирование подразделений коммерческого банка, проведём определение электропотребителей 1 категории:

- 1.«Аварийное освещение».
- 2.«Комната серверная»;
- 3.«Система охранно-пожарной сигнализации, система оповещения о пожаре и управления эвакуацией при пожаре»;
- 4.«Система видеонаблюдения»;
- 5.«Система контроля и управления доступом в помещения»;
- 6.«Кассовый узел» и «Хранилище ценностей»;
- 7.Сеть резервного электропитания по помещениям банка (электропотребители, которые указаны: а) в регламенте Главного управления Центрального Банка РФ, б) в «Регламент обеспечения безопасности банка на 2018 год»;
8. «Система дымоудаления».

Разделим потребителей 1 категории, на случай их отключения от электропитания, в зависимости от их критичности ещё на дополнительные подгруппы нагрузок: «Потребители 1 категории», «Особая группа 1 категории» и «Критическая группа 1 категории».

Блок-схема системы АВР с распределением по подгруппам 1 категории представлена на рис.2

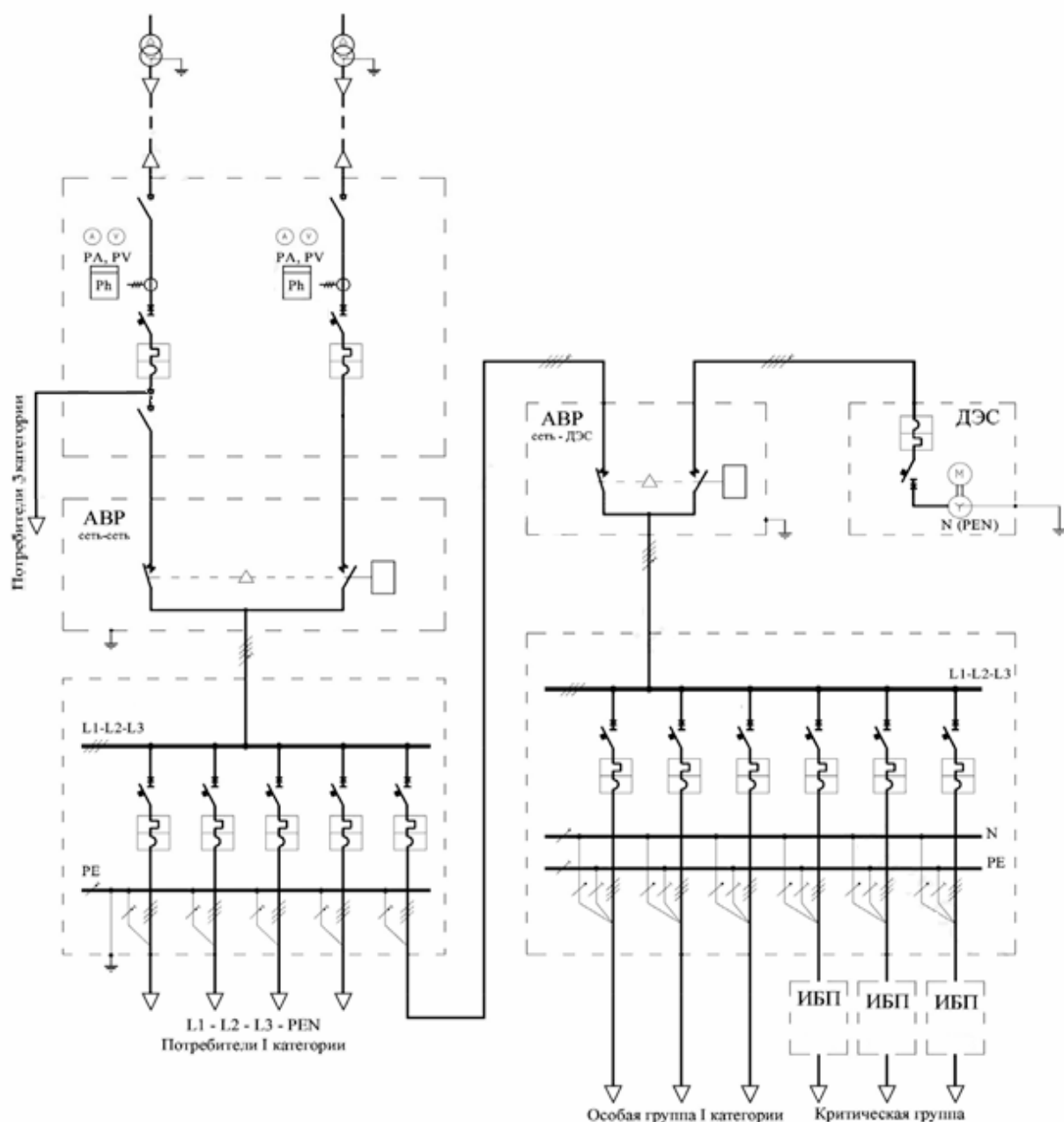


Рисунок 2 - Блок-схема системы АВР с распределением по подгруппам 1 категории.

Общая нагрузка электропотребителей, подлежащих резервированию электропитания, в пиковых режимах работы нагрузок составляет 86,18 кВА (расчёты нагрузок приведены в Приложение 3). Исходя из этих данных для электропотребителей 1 категории по допустимым техническим характеристикам мощности производится выбор АВР и дизельного генератора.

Наименее критичной из них является группа нагрузок «Потребители 1 категории», которая питается только от внешней сети, и её энергоснабжение резервируется переключением между двумя сетевыми вводами. В нашем случае в данную категорию подключаются следующие потребители: Сеть резервного электропитания по помещениям банка (электропотребители, которые указаны: а) в регламенте Главного управления Центрального Банка РФ, б) в «Регламент информационной и финансовой безопасности банка на 2018 год»).

Для сохранения рабочей информации, защиты специального оборудования и компьютеров от повреждений, корректного завершения работ в данных помещениях на местах банковских служащих устанавливаются автономные источники электропитания типа UPS небольшой мощности, которые, в случае полного отключения электроснабжения с обоих вводов, способны в течение некоторого времени (от 5 до 10 минут) поддерживать электропитание. К сети дизель-генератора данные помещения не подключаются.

Одни из важных нагрузок выделим в «Особую группу 1 категории», где, кроме 2-х вводов электропитания от разных подстанций энергосистемы, для этих электропотребителей дополнительно подключается дизельная генераторная электростанция (далее - ДЭС).

В случае отключения энергоснабжения энергосистемы по 2-м вводам, включается в работу ДЭС и работает до момента восстановления электроснабжения по какому-либо вводу энергосистемы. В нашем случае в данную категорию подключаются следующие потребители: «Кассовый узел», «Хранилище ценностей» (охранно-пожарные системы безопасности в данную группу не включены), «Система дымоудаления», система кондиционирования в «Комната серверная».

Наиболее важные нагрузки, для которых даже секундное прерывание в электропитании является аварийным и особо критичным, выделяются в «Критическую группу 1 категории».

Для потребителей данной «Критической группы 1 категории» резервирование осуществляется не только ДЭС, но и, на время коммутации аппаратов АВР и запуска дизель-генератора, источниками бесперебойного питания (ИБП) либо источниками вторичного электропитания резервированные (ИВЭПР), которые включаются последовательно после АВР от ДЭС в электрическую цепь и которые обеспечивают непрерывное энергоснабжение этих потребителей на время запуска ДЭС. Запаса энергии в ИВЭПР и ИБП должно быть намного большим, чем требуется для времени запуска дизель-генератора и выхода его на номинальные рабочие показатели.

В нашем случае в данную категорию подключаются следующие потребители: «Аварийное освещение», «Комната серверная», «Система охранно-пожарной сигнализации, оповещения о пожаре и управления эвакуацией при пожаре», «Система видеонаблюдения», «Система контроля и управления доступом в помещения».

3. ВЫБОР СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВВОДА РЕЗЕРВА

Автоматический ввод резерва – это метод защиты, который предназначен для обеспечения бесперебойной работы сети электроснабжения объекта. Данный метод можно реализовать с помощью автоматического подключения к сети других источников электропитания в случае аварии основного источника электроснабжения. АВР подключает резервный источник электроэнергии (дополнительную линию электропитания от второй подстанции), при этом время перерыва питания составляет 0,25-0,75 секунды (время срабатывания резервного выключателя). Рассмотрим вариант системы АВР на основе автоматического рубильника-переключателя HAGER серии HICxxx (согласно требованиям «Заказчика»), внешний вид представлен на рис.3.

Автоматический рубильник-переключатель HAGER серии HICxxx является полноценным комплектным устройством АВР, поставляются варианты исполнения на допустимые токи: 63А, 80А, 100А, 125А, 160А, 250А, 400А, 630А, 800А, 1000А, 1250А и 1600А. Оборудование имеет сертификаты соответствия ГОСТ Р 50030.6.1 и МЭК 60 947-6-1[5].

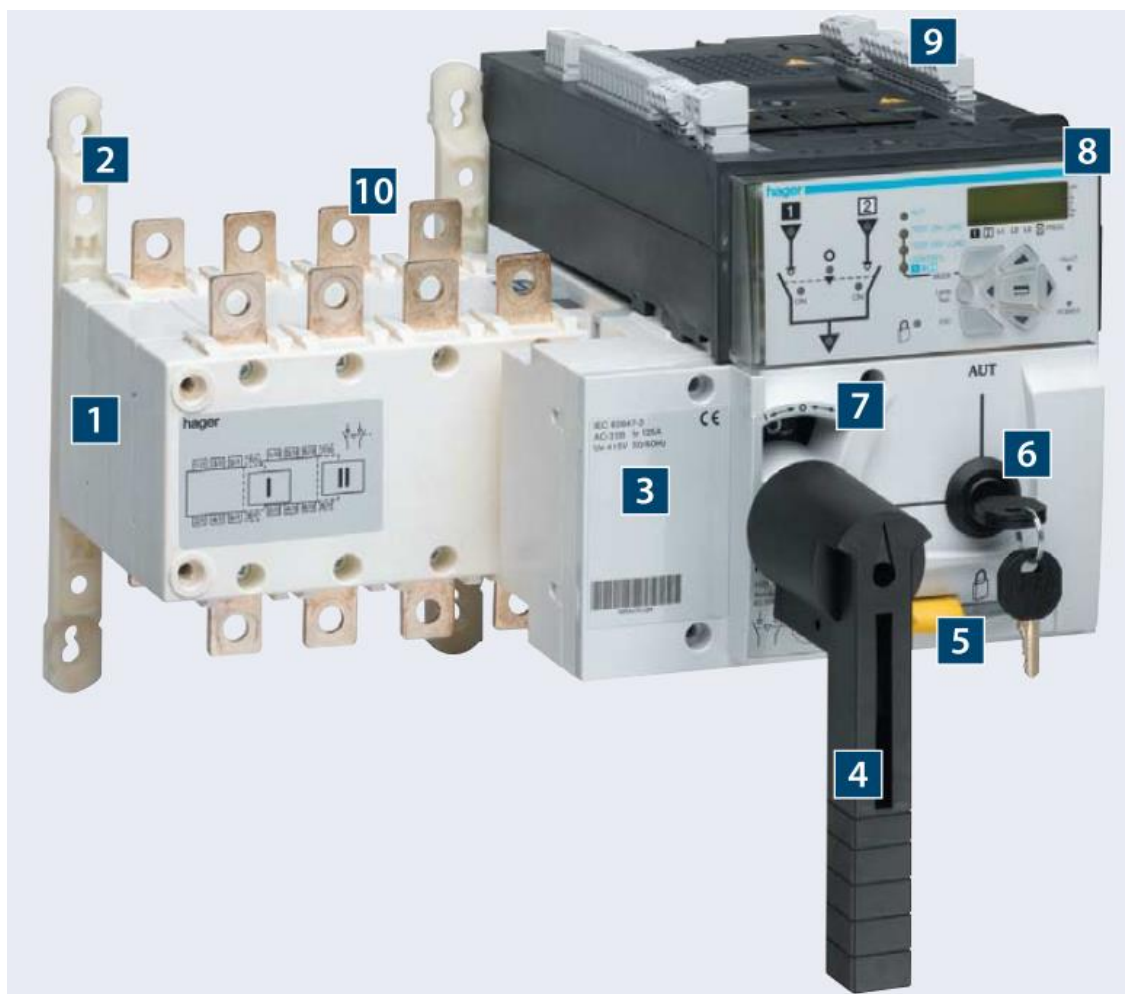


Рисунок 3 - Автоматический рубильник-переключатель HAGER HICxxx.

Состав рубильника-переключателя:

1. Модуль рубильника-переключателя,
2. Крепёжные штанги,
3. Модуль мотора-привода,
4. Съёмная рукоятка для ручного управления,
5. Устройство блокировки переключателя 6,

6. Переключатель режима «АВТ/РУЧНОЙ» рубильника-переключателя,
7. Указатель положения главных контактов переключателя,
8. Модуль контроллера АВР с ЖК-панелью, кнопками программирования и управления,
9. Выводы цепей питания и внешнего управления,
10. Выводы силовой цепи рубильника-переключателя.

В нашем случае, с учётом расчётного тока нагрузки 130,93А и требуемой мощности системы не менее 86,18кВА, выбирается рубильник-переключатель HAGER серии НИС160 (номинальный рабочий ток не менее 160 А). Достоинствами данного устройства являются:

- выбора режима переключения «Автоматический» с помощью моторизованного привода, либо «Ручной»; с возможностью блокировки;
- возможность защитной блокировки одного из трёх положений рубильника; «Автоматический», «Ручной», «Нейтральное», с возможностью ручного управления АВР в экстренных случаях;
- обеспечение безопасного разрыва между сторонами нагрузки и питания;
- доступность и простота установки силовых вводов на сторонах питания и нагрузки;
- встроенный программно-логический контроллер (далее - ПЛК) АВР с интегрированной панелью программирования, визуализации, контроля и управления;
- высокая надёжность прибора, стабильность главных контактов, устойчивость к вибрациям, ударам и колебаниям напряжения.

Выбранное устройство АВР соответствует следующим требуемым техническим требованиям:

1. АВР всегда находится в постоянной готовности для исполнения запрограммированного в него алгоритма переключения входящих линий сетей элект-

тропитания в случае прекращения электропитания потребителей по любой причине (полное пропадание электропитания, обрыв нулевой шины, одной, двух фаз, недопустимое снижение напряжения в сети в общем либо какой-либо из фаз и др.) и при наличии нормального, соответствующего предъявляемым требованиям, напряжения на резервном источнике электропитания.

2. АВР не должен подключаться к неисправной линии резервного электропитания – контроль наличия напряжения, синхронности фаз, их порядок чередования, наличие недопустимого снижения на основном и резервном вводе контролируется ПЛК АВР с ЖК-панелью и кнопками программирования/управления, в котором можно изменять необходимые параметры и временные выдержки переключений.

3. АВР не должен допускать включения резервного источника при наличии короткого замыкания в подключаемой линии электропотребителей, от АВР линия рабочего источника не должна быть подключена к шине потребителей с КЗ. Данное состояние КЗ должно быть наглядно отражено в системе аварийной сигнализации АВР и должно постоянно контролироваться через АВР. При этом АВР должен срабатывать один раз (однократно!), во избежание повторных попыток подключения линии потребителей, где находится устойчивое короткое замыкание.

При восстановлении электропитания на основном источнике АВР проводит полное автоматическое восстановление схемы электропитания потребителей, в соответствии с до-аварийным режимом работы.

4. ВЫБОР ТИПА РЕЗЕРВНОГО ГЕНЕРАТОРА

В ходе выбора резервного источника электропитания рассматриваем варианты применения генератора тока со стационарной установкой в отдельно выделенном помещении банка, помещение сухое, отапливаемое.

При эксплуатации эффективность работы дизельных генераторов гораздо больше на 20% - 40%, чем у бензиновых аналогов, и это в итоге показывает, что

для получения определённой величины электроэнергии для дизельного генератора потребуется в 1,2 – 1,5 раза меньше топлива, чем при эксплуатации бензиновой модели. Вариант применения бензиновых генераторов для резервирования электропитания коммерческого банка, не применим ещё и по техническим причинам вследствие малой мощности данного типа генераторов (в среднем от 2-х до 10 кВт.). Модели дизельных генераторов занимают более большой диапазон мощности от 2 кВт до 1000 кВт, они могут выпускаться в нескольких вариантах исполнения: открытого стационарного типа для установки внутри помещений, закрытого кожухного или контейнерного стационарного типа для установки на открытой площадке, либо передвижного типа. Ресурс их работы зависит от конструкции и параметров дизельного генератора, от типа применяемого охлаждения: водяное либо воздушное, зависимости от числа оборотов:

1. Высокооборотные - 3000 - об/мин.
2. Низкооборотные - 1500 об/мин., перед высокооборотными они имеют следующие преимущества: отличаются увеличенным ресурсом, низким расходом топлива, низким уровнем шума, недостаток их – более высокая цена.

Общий ресурс работы вышеуказанных дизельных генераторов может достигать до 30000 и более моточасов, что позволяет обеспечивать возможность их круглосуточной постоянной работы.

Вопрос о выборе конкретного производителя требуемого дизельного генератора должен быть согласован непосредственно с представителем «Заказчика», которого представляет руководитель службы технического и информационного обеспечения коммерческого банка. В данном случае, решающим фактором являются уже имеющиеся установки оборудования фирмы «FG Wilson» из Великобритании, которые в процессе эксплуатации показали высокую надёжность и долговечность используемого оборудования, а так же, ранее, не совсем удачные примеры установки аналогичного оборудования из Германии и Италии, которые имели место в филиалах банка.

При выборе мощности дизельного генератора, требуемого для установки в помещении коммерческого банка учитываем то, что для гарантированной и бесперебойной работы его работы, максимальная потребляемая мощность, подключаемая к дизельному генератору резервного электропитания принимается в диапазоне от 35% до 65% его выходных данных. Исходя из этих параметров и, принимая общую нагрузку потребителей 1-й категории, в части «Особая группа» и «Критическая группа» электроснабжения коммерческого банка в размере 61,08кВА (см. Приложение 3) выбирается оборудование с требуемой мощностью в диапазоне от 100 кВт до 120 кВт.

4.1. Выбор дизельного генератора

В нашем случае производим выбор дизельного генератора фирмы «FG Wilson» в диапазоне требуемых мощностей от 100 кВт до 120 кВт: выбираем дизельный генератор «FG Wilson P150-5»[6].

Внешний вид выбранного оборудования представлен на рис.4.



Рисунок 4 - Дизельный генератор «FG Wilson P150-5».

Данный дизельный генератор может выпускаться в различных модификациях климатического исполнения: открытого типа для стационарной установки, закрытого типа в металлическом кожухе для стационарной установки, закрытого типа в металлическом кожухе на подвижной платформе, в том числе, и в «Арктическом исполнении» с системой подогрева. Для установки в отдельно выделенное помещение выбираем комплектацию открытого типа для стационарной установки.

Общая масса установки составляет 1545 кг (без учета заправочных ёмкостей). Двигатель установки «Perkins 1106A-70TAG2», модель генератора «Marelli MJB 250 MA4». Система охлаждения двигателя водяная, дополнительно содержит радиатор охлаждения с вентилятором для вывода горячего воздуха наружу из помещения. Количество часов непрерывной работы дизельного генератора производителем не ограничено, имеются только ограничения по работе с перегрузкой до 10% от максимальной мощности генератора не более 1 часа через каждые 12 часов работы.

Таблица 1 - Тактико-технические характеристики «FG Wilson P150-5».

Номинальная мощность,(кВт)	108
Полная мощность, (кВА)	132
Выходное напряжение, (В)	400/230
Число фаз, (шт.)	3
Частота, (Гц)	50
Ёмкость топливного бака (литр)	327
Расход топлива при 100% нагрузке,(л/ч)	32,4
Расход топлива при 75% нагрузке,(л/ч)	22,6
Расход топлива при 50% нагрузке,(л/ч)	16,2
Частота вращения коленчатого вала, (об/мин)	1500
Масса установки, (кг)	1545

В базовую установку дизельного генератора «FG Wilson P150-5» входят дополнительно подключаемые модули: 3-фазный автоматический выключатель, сетевое зарядное устройство для аккумуляторной батареи (для автоматического запуска), панель управления (различных типов исполнения). Дополнительно

устанавливается аккумуляторная батарея на 85Ач для запуска дизельного двигателя.

Для управления генератором «FG Wilson P150-5» используется панель управления «Power Port 1.0» (входит в комплектацию), с помощью которой имеется возможность реализовать функцию «ручного запуска» или работу в автоматическом режиме. На цифровом дисплее можно наблюдать как параметры выходного напряжения генераторной установки, так и параметры работы дизельного двигателя, а так же различные виды сигнализации при неисправностях.

Внешний вид панели управления указан на рис. 5 [6].

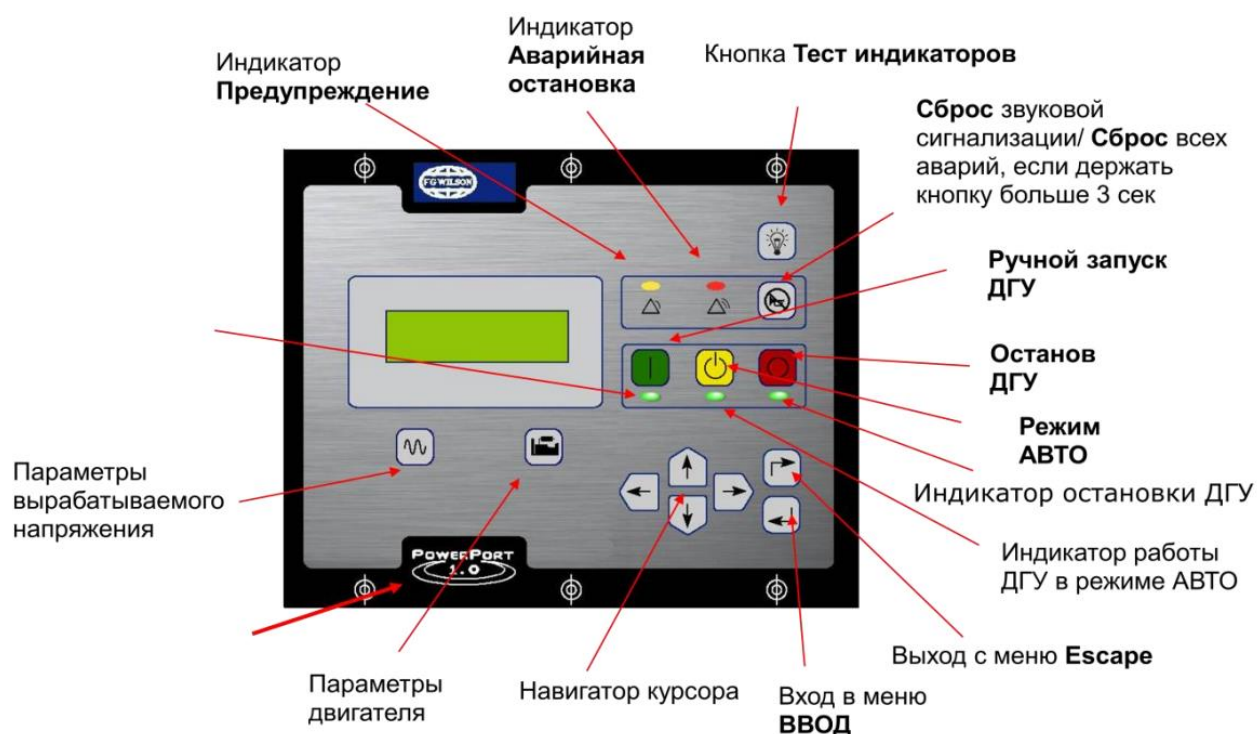


Рисунок 5 – Панель управления «Power Port 1.0».

4.2. Совместная работа системы АВР с дизельным генератором

Обеспечение задания исполнительным элементам нашей энергосистемы по переключению электропитания с общей сети на резервный дизель-генератор разрабатывается с применением АВР. Выбранная система АВР электропитания коммерческого банка должна работать по определенному алгоритму, учитывающему возможное поведение оборудования при пропадании электроэнергии и

внешние факторы. В нашем случае на АВР возлагаются все задачи для подачи сигналов управления: для запуска двигателя дизель-генератора, выхода на номинальные показатели скорости вращения двигателя, после выдержки времени произвести подключение генератора на действующую нагрузку. При восстановлении электропитания в основной сети произвести переключение рабочей нагрузки обратно на основную сеть, и, после небольшой задержки – необходимой для проверки стабильного электроснабжения в основной сети и для охлаждения дизель-генератора, произвести его остановку.

4.2.1. Выбор системы АВР для запуска дизельного генератора

Для обеспечения сопряжения управления генератором «FG Wilson P150-5» и аппаратурой автоматического включения резерва, из расчёта допустимого тока нагрузки не менее 92,81 А (расчёты в Приложение 3), используется панель переключения нагрузки «СТИ-125» FG Wilson, с номинальным рабочим током 125А, которая является основным компонентом системы АВР. Все переключения производятся с регулируемыми временными параметрами. Блок-схема панель переключения указана на рис.6.



Рисунок 6 – Блок-схема работы панели переключения нагрузки.

Переключатель нагрузки представляет собой перекидной рубильник с моторизированным приводом, который исключает возможность встречного соединения источников электроэнергии. Общее управление переключениями рубильника с моторизированным приводом осуществляется посредством программируемого электронного модуля управления (далее - ПЭМУ). Основные функции аналогичны ранее рассмотренному автоматическому рубильнику-переключателю HAGER НС160 (см. стр.19-21), но так же имеются дополнительные функции: при подключении по протоколу RS-485 интеграция в систему на основе аппаратуры FG Wilson с возможностью дистанционного программирования параметров и управления всеми элементами схемы с помощью персонального компьютера. При отключении электропитания на основном вводе панель переключения нагрузки «СТИ-125» произведёт автоматический запуск дизельного генератора и произведёт переключение нагрузок на него. После восстановления электроснабжения на основном вводе «СТИ-125» в автоматическом режиме произведет переключение нагрузок на основное питание, при этом осуществив дистанционное выключение дизельного генератора.

Внешний вид панели переключения нагрузки «СТИ-125» FG Wilson указан на рис.7.

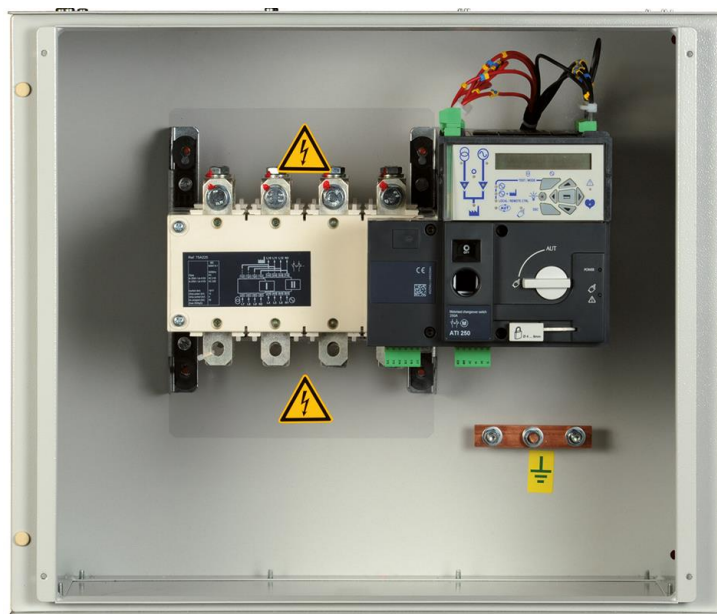


Рисунок 7 - Внешний вид панель переключения нагрузки «СТИ-125»

В дежурном режиме ПЭМУ панели переключения нагрузки постоянно контролирует состояние входного напряжения промышленной сети по основной и резервной входным линиям. В случае пропадания внешнего напряжения (хотя бы одной из фаз) или выхода линейного значения напряжения за диапазон ниже 195В либо выше 250В, то от ПЭМУ подаётся сигнал на панель управления «Power Port 1.0» для запуска дизельного генератора.

После запуска дизельного генератора, когда обороты у генератора достигнут требуемых номинальных значений (1500 об./мин.) и параметры выходного напряжения с генератора так же достигнут номинальных значений, то, при помощи моторизованного рубильника к дизель-генератору автоматически подключается нагрузка. При возврате напряжения внешней сети в допустимый диапазон, автоматически происходит обратная операция: нагрузка подключается к внешней сети, подается сигнал на останов дизельного двигателя.

При помощи клавиш управления и навигации на ПЭМУ панели переключения нагрузки имеется возможность производить программирование всех необходимых входных и выходных параметров в систему АВР.

При подключении к данной системе АВР специального модуля интерфейса связи «Lan» и пакета программного обеспечения «FG Wilson» имеется возможность установки на персональный компьютер (далее - ПК) диспетчерского комплекта виртуальной панели управления с отображением всех состояний как дизельного генератора, так и наличия и качества входной сети электроснабжения по обоим входам. Использование интерфейса RS-485 позволяет приборы применяемой системы АВР соединить с ПК с дальностью связи до 1000 метров посредством проводного подключения кабелем «UTP» и установить пакет программного обеспечения (далее - ПО) «FG Wilson» для обеспечения контроля за состоянием системы АВР в любое помещение банка, например на ПК в помещение охраны.

Внешний вид пользовательского модуля ПО «FG Wilson» указан на рис.8.

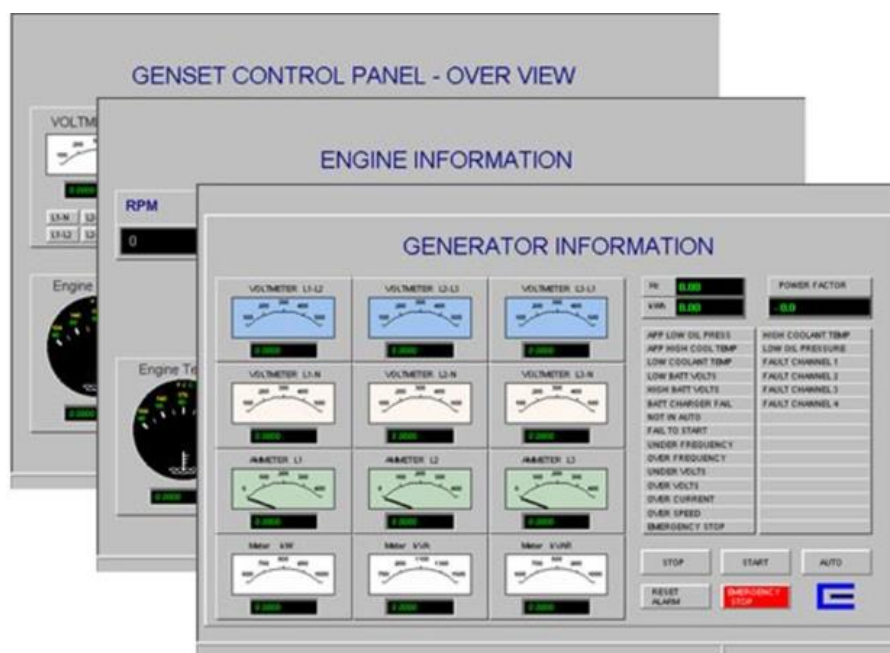


Рисунок 8 – Внешний вид пользовательского модуля ПО «FG Wilson».

Кроме обеспечения функций контроля на данном ПК так же имеется возможность программирования всех необходимых параметров работы как дизельного генератора, так и всей системы АВР в целом.

4.3. Алгоритм работы системы АВР совместно с дизельным генератором

Задание на установку программного продукта на ПК и программирования необходимых параметров, согласно требуемых алгоритмов, возлагается на системного администратора банка.

Алгоритм работы АВР представляет собой набор необходимых взаимосвязанных операций, производимых составными частями комплекса АВР. Для предотвращения ложных запусков либо остановок дизельного генератора при кратковременных просадках или восстановлении сети, в алгоритм работы блока управления АВР вводятся необходимые временные задержки (вносятся в режиме «Программирование параметров»).

При отключении (пропадании) входного электроснабжения система АВР сначала выжидает от 3-х до 5-и секунд и, если положение не нормализовалось,

идет «Команда на запуск» автономного дизельного генератора. Начинается отсчет времени, необходимого для запуска дизельного генератора (ДГ) на переключение, для рассматриваемой схемы это время на ожидание установлено в размере 20 секунд.

В случае удачного запуска, если никакая защита не обнаруживает ненормальных либо аварийных режимов, идет отключение потребителя от питающей сети, и после этого - подключение к резервному источнику, который к этому времени уже запущен, и готов принять нагрузку. После этого потребители начинают работать от резервного источника электропитания

В случае неудачного 1-го запуска дизельного двигателя выдерживается задержка в 10 секунд и, после этого, предпринимается попытка повторного запуска двигателя. Алгоритм рассматривает всего 3 попытки для запуска двигателя, после чего, если двигатель так и не заработает, все попытки запуска останавливаются, загорается световая сигнализация «Неудачный пуск» - требуется техническая проверка системы запуска и самого двигателя.

При восстановлении основного электроснабжения на вводе от внешней энергосистемы в течение 1-й минуты производится выдержка (для исключения повторных переключений из-за нестабильности входного основного электропитания) и, затем питание переключается на этот основной ввод.

Двигатель дизель-генератора еще 2-е минуты работает (необходимо при работе на холостом ходу чтобы двигатель остыл без нагрузки) и, если на основном вводе все нормально, генератор останавливается.

Разработанная блок-схема совместной работы системы АВР и ДГ приводится в Приложение 1.

5. АВАРИЙНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

При пропадании электропитания на объекте в связи с возникновением чрезвычайной ситуации, например при пожаре, важнейшей мерой для сохранения жизни и здоровья людей являются аварийное освещение и эвакуационное освещение, чем обеспечивается пожарная безопасность объекта.

Эвакуационное освещение реализовано в системе охранно-пожарной сигнализации и будет рассмотрено ниже.

Нормы проектирования и установки этих типов освещения установлены Федеральным законом РФ № 123-ФЗ от 22.07.08 г. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [7] и Федеральным законом РФ № 384-ФЗ от 30.12.09 г. «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [8].

Аварийное освещение подразделяется на два вида: автономное и централизованное. Централизованная система аварийного освещения отличается от автономной тем, что в ней, с помощью централизованного электропитания, применяются специализированные светильники аварийного типа повышенной степени защиты ($\geq IP44$, а в зонах с повышенной опасностью $\geq IP 65$). Согласно требованиям СП 52.13330.2016 вышеуказанные светильники подключаются к группам аккумуляторных установок либо должны быть оборудованы внутренними встроенными аккумуляторными батареями [9].

Интенсивность освещения и число аппаратов аварийного освещения варьируются в зависимости от назначения конкретного помещения, освещенность в них может рассчитываться в пределах от 5% до 30% нормального рабочего освещения, кратность установки светильников соответственно 1:10 или 1:40.

В настоящее время в связи бурным с развитием технологий происходит плановый отказ от использования ламп накаливания как особо энергозатратных, от люминесцентных ламп как опасных и сложных в утилизации, повсеместно идёт переход на светодиодные светильники и Led-панели.

Для аварийного освещения уже разработаны и широко предлагаются различные готовые конструкции со встроенными блоками, содержащими в том числе и аккумуляторные батареи, предназначенные для обеспечения аварийного питания. В них применяются специализированные высокотемпературные аккумуляторные батареи, импульсные зарядные устройства, преобразователи напряжения.

Конструктивное исполнение данных светильников представлено широкой технологической линейкой, в том числе имеются исполнения в виде стандартного потолочного светильника "Армстронг" для накладного монтажа или встраиваемого в подвесной потолок. Данные светодиодные светильники отличаются от люминесцентных ламп длительным сроком службы – не менее 100 000 часов наработки на отказ, малым энергопотреблением (с учётом встроенного БП и БАП) – от 15 до 30 Вт.

Принимаем к установке типовой образец светильника «Армстронг», мощностью 30 Вт., тип «SVT-ARM-U-595x595x40-30W-PR-inBAT-2h» - в аварийном режиме время работы от аккумуляторной батареи с мощностью светотдачи в 10% от номинальной составляет не менее 120 минут (изготовитель ООО "ЭнергоРесурс", Россия, Красноярский край, г. Красноярск) [10].

Примерная схема подключения аварийного освещения указана на рис.9.

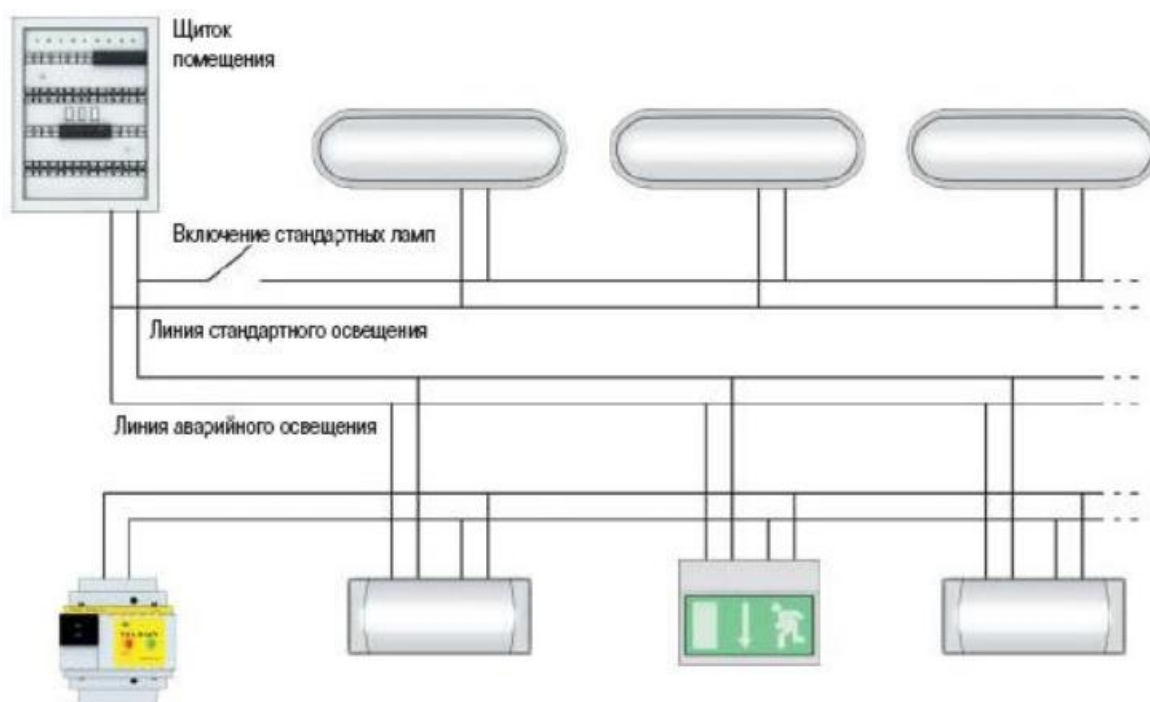


Рисунок 9 – Подключение аварийного освещения.

Схема подключения Led-панели к блоку аварийного питания (БАП) указана на рис.10.

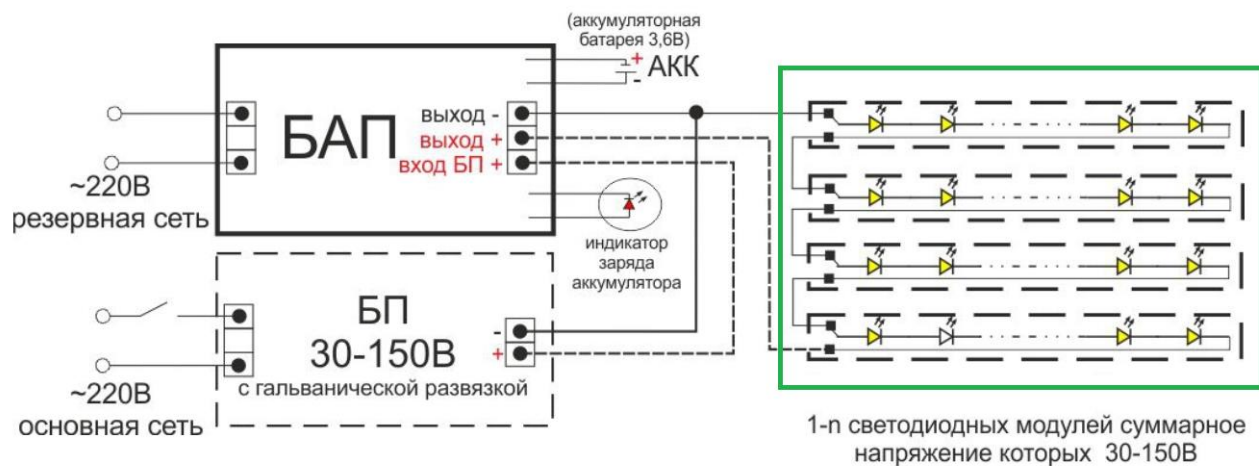


Рисунок 10 – Схема подключения Led-панели к блоку аварийного питания.

6. ОБОРУДОВАНИЕ ПОМЕЩЕНИЯ «СЕРВЕРНАЯ КОМНАТА»

Серверная комната представляет собой отдельно выделенное помещение, в котором локально сосредоточено специализированное компьютерное оборудование для хранения электронных баз данных банка, для обработки финансовых расчётов между банками, организациями и физическими лицами, для обеспечения связи по каналам связи Ethernet и GSM между банками, банкоматами, терминалами, устройствами самообслуживания, для обеспечения on-line сервиса юридическим и физическим лицам. Обеспечение надёжной, непрерывной работы серверного оборудования в круглосуточном режиме является особо приоритетной задачей для функционирования коммерческого банка. Сбои в работе данной системы может привести к непоправимым, критическим последствиям для банка, например в случае невозможности проведения платежей, невозможности исполнения обязанностей перед клиентами, то главный регулятор, в лице Центрального банка Российской Федерации, может временно приостановить деятельность коммерческого банка либо лишить его лицензии на банковскую деятельность, после чего деятельность банка прекращается.

Типовое решение размещения серверного оборудования и оборудования связи (роутеры, маршрутизаторы, GSM-модемы, медиаконвертеры) указано на рис. 11.



Рисунок 11 – Стойка 19' для размещения серверного оборудования.

Электропитание системы бесперебойного электропитания вышеуказанного серверного оборудования и оборудования связи осуществляется по 1-й группе электроприёмников, как потребители «Критической группы» с установкой отдельно выделенного источника бесперебойного электропитания.

В общем электропитание комнаты «Серверная» осуществляется системой бесперебойного питания по схеме «1+1», гарантирующей полное 100%-е резервирование источника питания и аккумуляторных батарей. Нагрузку источники питания обеспечивают одновременно, имея при этом загрузку не более 50% максимальной мощности источника. Данная схема подключения позволяет обеспечить бесперебойное питание нагрузок в случае отключения одного из источников на техническое обслуживание или неисправности, нагрузка поддерживается оставшимся в работе источником питания (без перерывов и переключений).

Общая потребляемая активная мощность серверного оборудования и оборудования связи (роутеры, маршрутизаторы, GSM-модемы, медиаконверторы)

составляет 6500 Вт. В целях обеспечения надёжного электропитания источник бесперебойного электропитания (далее - ИБП) выбирается из расчёта подключаемой к нему нагрузки в диапазоне от 35% до 50 % номинальной мощности, при этом устанавливаются 2-шт. ИБП с возможностью «горячего резервирования». Для этих целей полностью подходит комплекс бесперебойного питания «SKAT UPS-10000 SNMP», который предназначен для обеспечения на особо важных объектах бесперебойной работы систем[11].

Внешний вид комплекса бесперебойного питания «SKAT UPS-10000 SNMP» представлен на рис.12.

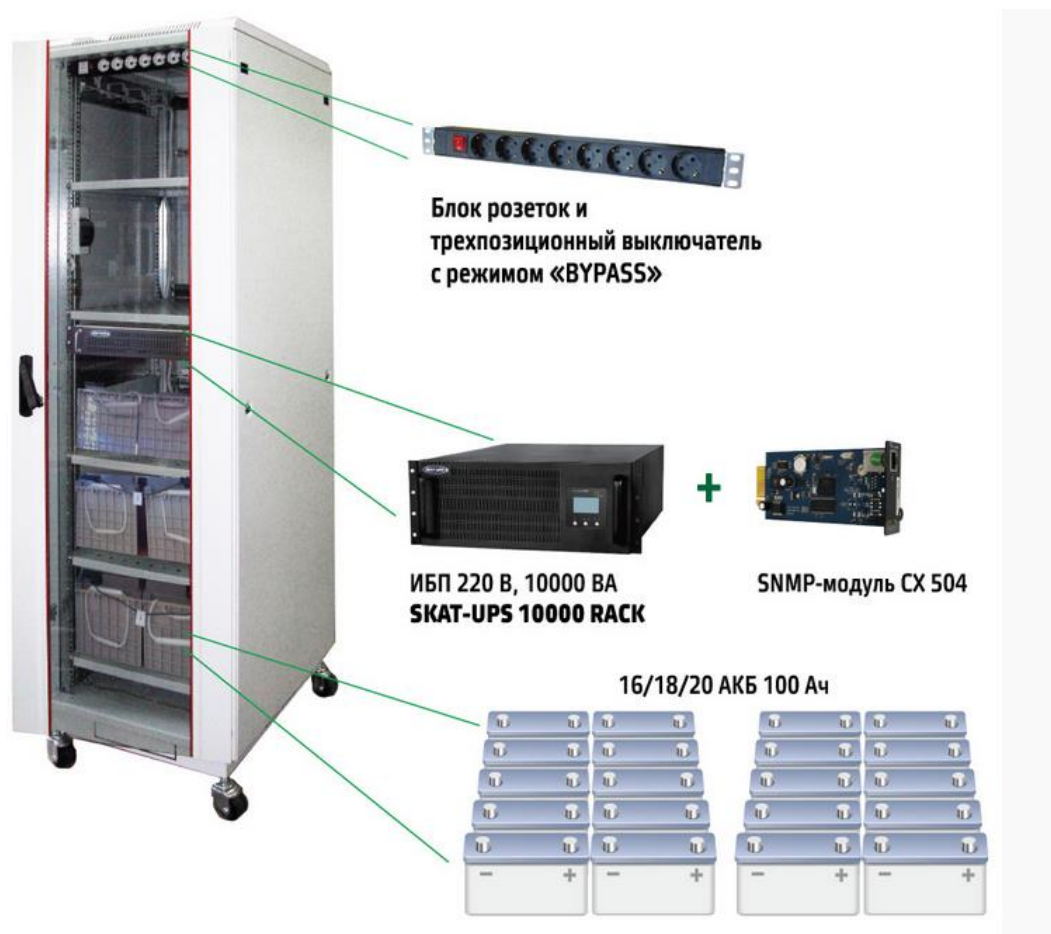


Рисунок 12 – Комплекс бесперебойного питания «SKAT UPS-10000 SNMP».

Оборудование комплекса позволяет обеспечить серверное оборудование с нагрузкой мощностью до 10кВА бесперебойным электропитанием переменным током с номинальным напряжением 220В, обеспечивает защиту подключенного

к нему электрооборудования от любых неполадок в питающей входной сети, в том числе от искажений или пропадания напряжения в сети. В источнике предусмотрен специальный режим «Bypass» - для обеспечения переключения линий нагрузок при неисправности источника электропитания.

Процессы переключения с основного питания на автономное (от аккумуляторных батарей – далее АКБ) и наоборот происходят практически мгновенно, без каких-либо переходных процессов, высокую точность стабилизации в режимах питания от сети и от АКБ, обеспечивает правильную синусоидальную форму выходного напряжения, полная фильтрация импульсов высокочастотных и высоковольтных помех. Имеется встроенный SNMP-модуль CX 504, который обеспечивает подключение к компьютерной сети (на место системного администратора либо пост охраны) для обеспечения мониторинга и управления бесперебойным источником электропитания.

Для обеспечения длительной работы резервируемой системы с помощью комплекса бесперебойного питания требуется соответствующая установка необходимого числа аккумуляторных батарей, требуемая емкость которых рассчитывается согласно необходимого числа часов работы в автономном режиме.

Для установок резервного питания наиболее часто применяются герметичные свинцово-кислотные (SLA) перезаряжаемые необслуживаемые аккумуляторы. К положительным характеристикам SLA аккумуляторов относятся:

- 1) эксплуатационная безопасность,
- 2) относительно медленный саморазряд, в сравнении с другими видами АКБ,
- 3) большой запас циклов заряда-разряда, возможность частичной подзарядки, неприхотливость к условиям заряда.

Недостатками являются относительно больший вес, при нарушении температурного режима и частой перегрузке, при глубоких разрядах батарей резкое ухудшение эксплуатационных характеристик.

При работе с SLA АКБ нужно обращать особое внимание на соблюдение следующих требований:

- при уменьшении температуры от 20⁰С до 0⁰С, емкость аккумулятора уменьшается примерно на 15%. При уменьшении температуры еще на 20 градусов емкость аккумулятора падает еще на 25%;
- при повышении температуры от 20⁰С до 40⁰С емкость аккумулятора возрастает примерно на 5%;
- при глубоком разряде аккумулятора в нём происходят необратимые нарушения (осыпание активного вещества, замыкание пластин), что в итоге приведёт к неисправности АКБ.

Согласно внутреннего регламента ПАО «Тосмкпромстройбанк» время автономной работы оборудования от аккумуляторных батарей (без учета времени работы дизельного генератора) в помещении «Серверная» определено в размере не менее 12 часов. Расчет времени резерва питания нагрузки от ИБП определяется следующими параметрами[12]:

$$T = \frac{E \cdot U}{P \cdot \eta_{кнд} \cdot \eta_{ra} \cdot \eta_{de}} \quad (7.1)$$

, где E – ёмкость АКБ, $U = 12В$ – напряжение питания АКБ,

P – мощность нагрузки,

$\eta_{кнд} = 0,8$ – КПД инвертора РИП,

$\eta_{ra} = 0,9$ – коэффициент разряда АКБ,

$\eta_{de} = 0,7$ – коэффициент доступной ёмкости АКБ.

Расчёт требуемой общей ёмкости АКБ (Ач):

$$E = \frac{T \cdot P \cdot \eta_{кнд} \cdot \eta_{ra} \cdot \eta_{de}}{U} = \frac{12 \cdot 3500 \cdot 0,8 \cdot 0,9 \cdot 0,7}{12} = 1512 \text{ Ач.}$$

В установочные места корпуса «SKAT UPS-10000 SNMP» имеется возможность установки всего 16 шт. аккумуляторных батарей.

Выбираем 16 шт. АКБ на 100Ач, при этом общее время резерва составляет:

$$T = \frac{E \cdot U}{P \cdot \eta_{кнд} \cdot \eta_{ra} \cdot \eta_{de}} = \frac{16 \cdot 100 \cdot 12}{3500 \cdot 0,8 \cdot 0,9 \cdot 0,7} = 12,7 \text{ час.} - \text{условия резервирования выполнены.}$$

В помещении «Серверная комната» обязательным условием является установка системы охлаждения, такой как, например система кондиционирования, функционирующая отдельно от других систем помещений банка. Вопрос о необходимости поддержания оптимальной температуры, параметров влажности решается посредством установки отдельных блоков-кондиционеров требуемой мощности в зависимости от теплоотдачи используемого серверного оборудования и источников резервного питания к ним. В данном случае обязательным условием является возможность резервирования системы кондиционирования путем ввода(установки) нескольких (минимум 2 шт.) кондиционеров, которые затем объединяются в единую климатическую сеть с помощью специального ротационного устройства – блок ротации кондиционеров «УРК-2Т» [13].

В нормальном режиме кондиционеры либо сплит-системы работают попеременно с заданным алгоритмом переключения (интервал можно менять пользователем), что, в итоге, гарантирует их равномерную эксплуатацию и продлевает срок общий ресурс службы систем.

В случае выхода из строя одного из кондиционеров, «УРК-2Т» автоматически подключает исправный к работе, так же при необходимости можно один из кондиционеров временно отключать на профилактические работы и ремонт, в общем система будет работать без перебоев.

При необходимости число подключаемых кондиционеров к блоку можно увеличить до 3-х, так же, для корректной работы к блоку подключаются несколько температурных датчиков, расположенных в различных местах серверного помещения.

Данную систему можно интегрировать в общий комплекс охранно-пожарной сигнализации, при этом случае возникновения пожара и в момент включения системы автоматического пожаротушения в данном помещении устройства будут отключены от электропитания.

Пример подключения кондиционеров к «УРК-2Т» указан на рис.13.



Рисунок 13 – Подключение блока «УРК-2Т» к 2-м кондиционерам.

Электропитание системы кондиционирования помещения «Серверная» осуществляется по 1-й группе электроприёмников, как потребители «Особой группы» с подключением через АВР к дизельному генератору, общая нагрузочная мощность потребления двух кондиционеров составляет 15,6 кВт (согласно паспортным данным 7,8 кВт *2 шт).

7. СИСТЕМА ОХРАННО-ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ И СИСТЕМА ОПОВЕЩЕНИЯ О ПОЖАРЕ И УПРАВЛЕНИЯ ЭВАКУАЦИЕЙ ПРИ ПОЖАРЕ

Помещения коммерческого банка относятся к классу С0 конструктивной пожарной опасности, относятся к классу функциональной пожарной опасности Ф 4.3 [3]. На объекте горючими материалами являются: электрооборудование, изоляция кабельных проводок, бумага, ткань, изделия из резины, акрила, ПВХ, мебель.

На основании вышеуказанного данные помещения подлежат оборудованию автоматической системой охранно-пожарной сигнализации (далее - ОПС) и системой оповещения и управления эвакуацией (далее - СОУЭ).

Технические средства ОПС и СОУЭ обеспечивают:

- круглосуточный контроль за состоянием охранных зон в помещениях банка, контроль состояния пожарных шлейфов сигнализации на объекте;
- выдачу сигналов «Тревога» при нарушении охранных зон, выдачу сигналов «Пожар» при возникновении возгорания либо задымления в защищаемых помещениях банка;
- автоматическое включение СОУЭ при поступлении сигнала «Пожар»;
- автоматическое отключение общеобменной вентиляции всех помещений банка при поступлении сигнала «Пожар»;
- автоматическое открытие клапанов дымоудаления и включение вентиляции дымоудаления при поступлении сигнала «Пожар»;
- контроль состояния всех линий оповещения и автоматики на «Обрыв» и «Короткое замыкание»;
- ведение протокола событий в памяти приемно-контрольного прибора;
- диагностику исправности всех технических средств ОПС и СОУЭ, выдачу сигналов «неисправность» на центральный пульт при нарушении или отказе системы.

Система ОПС и СОУЭ объекта построена на оборудовании технологической серии приборов "Астра-Зитадель", производства ПАО "Научно технический центр "ТЕКО", Россия, г. Казань[23].

Обобщённая (типовая) схема системы ОПС и СОУЭ на базе приёмно-контрольного прибора (далее - ПКП) «Астра-8945 Pro», как для работы с подключением пультов централизованного наблюдения в охранные структуры (частная охрана, полиция вневедомственной охраны), так и в автономном режиме, либо с организацией индивидуального рабочего места - программный комплекс мониторинга (далее - ПКМ) «Astra-Pro», указана в Приложение №2.

ПКМ «Astra-Pro» бесплатно распространяется с сайта НТЦ «ТЕКО», для её работы требуется установка программы на 32-х или 64-х разрядные персональные компьютеры с операционной системой «Windows» серий XP, 7,8,10.

Охранно-пожарный ПКП «Астра-8945 Pro» предназначен для организации охранной, охранно-пожарной и других видов сигнализации (тревожной, аварийной, технологической и т.п.). Применяемая линейка аппаратуры НТЦ «ТЕКО» позволяет использовать 3-х вида передачи сигналов: проводная сигнализация, радиоканальная сигнализация на частоте 433МГц и радиоканальная сигнализация на частоте 2,4 ГГц, в том числе с возможностью комбинирования всех трех видов одновременно, что обеспечивает высокую надёжность и общую живучесть системы. Свойство автоматического выбора маршрута доставки информации в ПКП через большое количество уровней ретрансляции, позволяет полностью устранить зависимость размещения радиоустройств от сложности объекта, выражаемой в количестве препятствий для распространения радиосигналов.

Возможность одновременно подключения к ПКП «Астра-8945 Pro» до 2000 штук различных извещателей и оповещателей охранно-пожарной и тревожной сигнализации позволяет организовывать охрану как отдельных небольших помещений, так и довольно больших объектов. Основным преимуществом данной системы является возможность контроля и диагностики текущего состояния у каждого извещателя, оповещателя, специализированного оборудования в отдельности, так и системы в комплексе.

Вышеуказанное оборудование, в соответствии ст.101 и ст.103 требованиям Технического регламента о требованиях по пожарной безопасности, имеет сертификат соответствия всем нормативным требованиям, позволяет создавать системы охранно-пожарной сигнализации зданий и сооружений с оповещением о пожарной опасности до 4-го типа включительно по нормативным требованиям[7], [8].

Радиоканальные блоки системы используются со специализированными элементами питания, общий рабочий ресурс которых составляет от 3-х до 5-ти лет.

Все извещатели оборудованы системами самодиагностики, которые своевременно оповещают о всех неисправностях (необходимости проведения замены

элемента питания, загрязнения дымового извещателя, несанкционированного вскрытия корпуса, маскирования, попытки отрыва извещателя от стены или потолка и т.д.).

Все применяемые блоки и приборы системы, используемые в проводной сигнализации, имеют 2 независимых ввода электропитания в соответствии с требованиями МЧС России: «Основное питание» и «Резервное питание», исправность работы которых контролируется системой круглосуточно[3].

Отображение информации о работе системы выводится на экран компьютера с помощью ПКМ «Астра-Pro», а так же на панели контроля и управления прибора «Астра-812 Pro», так же при возникновении пожара в системе наглядно отображаются процессы отключения систем вентиляции, включения системы дымоудаления из коридоров и лестниц.

Для обеспечения бесперебойного резервного электропитания системы охранно-пожарной сигнализации, системы оповещения о пожаре и управления эвакуацией при пожаре используется источник вторичного электропитания (далее - ИВЭП) «SKAT-V.12DC-12KM» в количестве 2 шт., завод-изготовитель НПО «Бастион» Россия, Ростовская обл., г. Ростов-на-Дону[15].

Данный прибор может работать в диапазоне напряжения в сети от 85В до 260В переменного тока, потребляемая мощность из сети составляет 450 ВА. Так же прибор имеет функцию «Холодный запуск», имеет защиту от короткого замыкания по выходу нагрузки, защиту от короткого замыкания на клеммах аккумуляторных батарей (далее – АКБ), полную защиту от ошибочного (неправильного) подключения АКБ, контроль наличия АКБ, защиту АКБ от глубокого разряда, при отключении основного электропитания обеспечивает на выходное напряжение 12В и ток на нагрузке в 12А.

Схема электрических подключений указана на рис.14, внешний вид прибора представлен на рис.15.

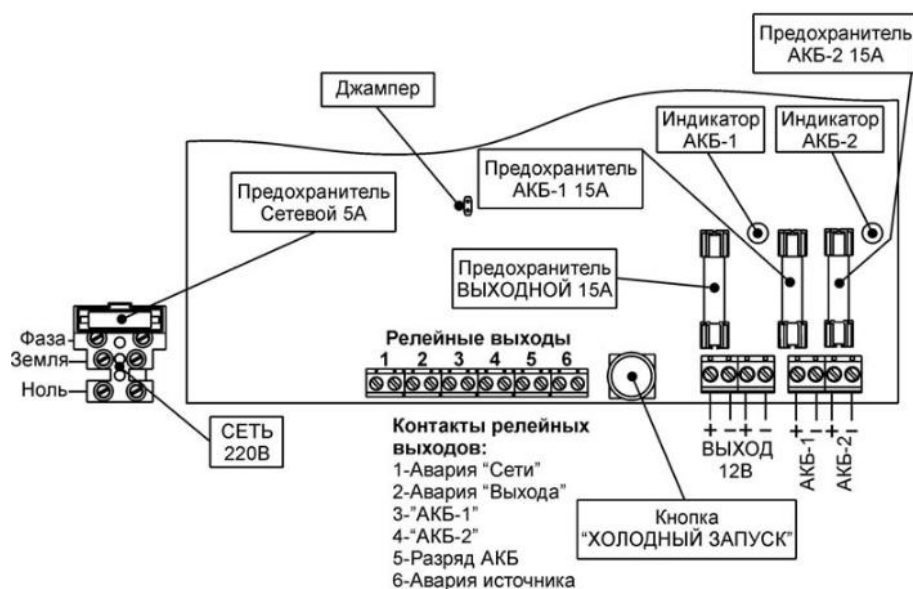


Рисунок 14 – Схема подключения ИВЭП «SKAT-V.12DC-12KM».



Рисунок 15 – Внешний вид ИВЭП «SKAT-V.12DC-12KM».

На лицевой панели ИВЭП установлен модуль визуализации, на котором отображается и контролируются следующая информация:

1. Параметры аккумуляторной батареи: - U - напряжение, - $I_{\text{заряда}}$ – ток заряда АКБ (от сети), - $I_{\text{потр}}$ – ток потребления при работе от АКБ при отключении электросети, - C_1 и C_2 – соответствующие ёмкости АКБ 1 и АКБ2;
2. Параметры сетевого напряжения: - $U_{\text{вых}}$ - напряжение выхода, - $I_{\text{вых}}$ – ток выхода, - напряжение пульсаций выходного напряжения;
3. Контролируются температурные режимы: - АКБ (2 шт.), - ИВЭП.

С помощью модуля визуализации пользователь (обслуживающий персонал) может устанавливать необходимые пороги значений максимальных и минимальных значений проверяемых параметров. В режиме реального времени в модуле визуализации сохраняются в своей внутренней памяти все виды аварийных ситуаций, при необходимости можно просмотреть возникающие сообщения, а именно: значение возникшего аварийного параметра, на сколько превышен порог значений и как долго длилась неисправность.

Согласно требованиям нормативных документов по пожарной безопасности, комплекс технических средств пожарной сигнализации, системы оповещения о пожаре и управления эвакуацией в случае отключения основного электропитания должен отработать на аккумуляторных батареях: в «Дежурном режиме» на менее 24 часов и в течение на менее 1 часа в режиме «Пожар» [3].

Для выбора типа, расчёта количества и необходимой ёмкости аккумуляторных батарей необходимо учесть все токи потребления приборов и извещателей соответственно: в «Дежурном режиме» и в «Тревожном режиме».

Расчет требуемой общей ёмкости АКБ (Ач):

$$E = (T_{\text{деж}} \cdot I_{\text{деж}} + T_{\text{трв}} \cdot I_{\text{трв}}) \cdot \eta_{\text{кнд}} \cdot \eta_{\text{де}} \quad (8.1)$$

, где $T_{\text{деж}}$ – работа в дежурном режиме,

$T_{\text{трв}}$ – работа в тревожном режиме,

$I_{\text{деж}}$ – ток нагрузки в дежурном режиме,

$I_{\text{трв}}$ – ток нагрузки в тревожном режиме,

$\eta_{\text{га}} = 0,9$ – коэффициент разряда АКБ,

$\eta_{\text{де}} = 0,7$ – коэффициент доступной ёмкости АКБ.

Ток потребления приборов и извещателей ОПС, СОУЭ составляет соответственно 3,25А в «Дежурном режиме» и 4,13А в «Тревожном режиме» (данные взяты из рабочей документации на установленные средства ОПС, СОУЭ).

Расчёт требуемой общей ёмкости АКБ (Ач):

$$E = (T_{\text{деж}} \cdot I_{\text{деж}} + T_{\text{трв}} \cdot I_{\text{трв}}) \cdot \eta_{\text{кнд}} \cdot \eta_{\text{де}} = (24 \cdot 3,25 + 1 \cdot 4,13) \cdot 0,8 \cdot 0,7 = 46 \text{ Ач.}$$

В установочные места корпуса ИВЭП «SKAT-V.12DC-12KM» имеется возможность установки 2 шт. аккумуляторных батарей по 26Ач (типовой фактор), итого получается емкость АКБ в 52Ач, что на 6Ач выше требуемой.

Для работы персонального компьютера с установленной программой ПКМ «Астра-Pro» с монитором производится установка ИБП «Liebert GXT3 3000». Исполнение 1U в корпусе 19' для компьютерной стойки с 1 дополнительным блоком исполнения 2U в корпусе 19' для аккумуляторных батарей. Данный ИБП допускает скачки входного напряжения в диапазоне от 165В до 275 В, номинальная выходная мощность составляет до 2,5 кВт, погрешности выходного напряжения не превышают 5%, полная мощность 3 кВА [16].

Функциональная схема ИБП «Liebert GXT3 3000» указана на рис.16, внешний вид на рис. 17.

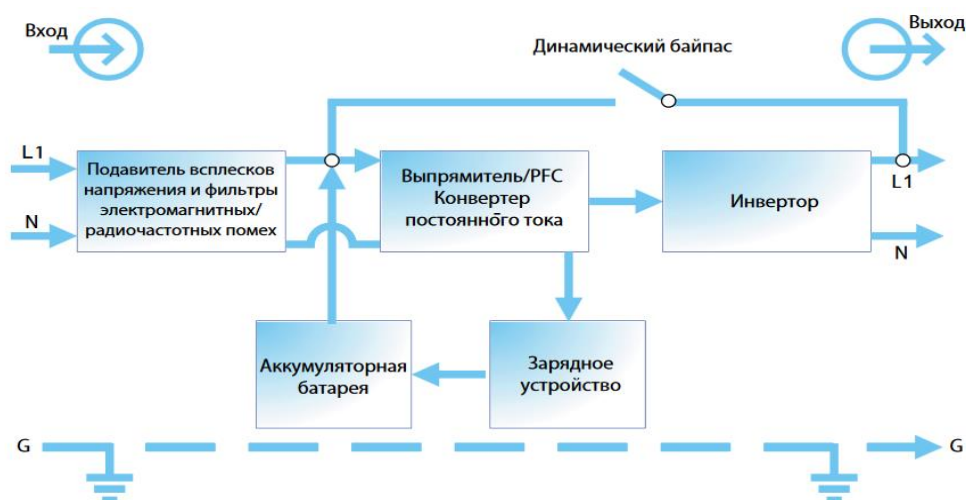


Рисунок 16 - Функциональная схема ИБП «Liebert GXT3 3000»

Максимальное время переключения на аккумуляторную батарею при пропадании основного электропитания составляет 4 мс - 5 мс, что не вносит в работу компьютера и монитора никаких помех.

При минимальной выходной нагрузке в 1400 Вт минимальное время работы от аккумуляторных батарей (комплект встроенных + 1 бокс дополнительных батарей) составляет не менее 56 минут, чего с большим запасом достаточно для включения в сеть дизельного генератора. Имеется возможность проведения

«горячей замены» неисправных аккумуляторных батарей без отключения ИБП и нагрузки.



Рисунок 17 - Внешний вид ИБП «Liebert GXT3 3000»

8. ОБОРУДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ

Система видеонаблюдения коммерческого банка реализована на оборудовании фирмы «Polyvision» и «АОС» (Китай)[17]:

- ✓ Гибридный 16-канальный видеорегистратор «PVDR-A5-16M2 v.2.4.1» - 2 шт.
- ✓ АHD-видеокамера «PNM-A5-V12HL v.9.5.7», вариофокальный объектив, уличная с обогревом и грозозащитой, разрешением 5Мр – 8 шт.,
- ✓ АHD-видеокамера «PDM1-A4-V12 v.2.1.4», вариофокальный объектив, разрешение записи 4Мр – 24 шт.
- ✓ Монитор «АОС U3277FWQ» – 2 шт.

Исходя из того, что электропитание видеорегистратора осуществляется напряжением 12В постоянного тока (в штатной комплектации используется импульсный преобразователь на 12В) и ток потребления составляет 4А, то техническим решением произвести резервирование электропитания видеорегистратора можно с помощью источника резервного электропитания на постоянное напряжение 12В типа ИВЭП «СКАТ-V.12DC-12KM», рассмотренном выше (стр.43-стр.44).

Данный прибор может работать в диапазоне напряжения в сети от 85В до 260В переменного тока, потребляемая мощность из сети составляет 450ВА.

Внешний вид оборудования «Polyvision» указан на рис.18.



Видеорегистратор «PVDR-A5-16M2 v.2.4.1»



АHD-видеокамера «PNM-A5-V12HL v.9.5.7»



АHD-видеокамера «PDM1-A4-V12 v.2.1.4»

Рисунок 18 – Внешний вид оборудования видеонаблюдения.

Подключение электропитания 12В производится к выбранным камерам видеонаблюдения с учётом того, что ток потребления каждой из камер типа «PNM-A5-V12HL v.9.5.7» составляет 1А, а ток потребления каждой из камер типа «PDM1-A4-V12 v.2.1.4» составляет 0,5А.

ИБЭП «SKAT-V.12DC-12KM» обеспечивает на выходе 12 В ток на нагрузке в 12А как при работе от сети, так и от аккумуляторных батарей при отключении основного электропитания.

Для равномерного распределения нагрузок системы видеонаблюдения требуется установка 2-х ИБЭП «SKAT-V.12DC-12KM». При установке дополнительных модулей нагрузки имеется возможность выделения 1-го канала 12В с

нагрузкой в 4 А (для подключения видеорегистратора), 8-и независимых каналов питания 12В с нагрузкой в 1А каждый и 24-х независимых каналов питания 12В с нагрузкой в 0,5А каждый, при этом при замыкании линии питания какого-либо из модулей остальные остаются в работе, а по неисправному выдаётся аварийное сообщение на модуль визуализации блока.

Из расчёта непрерывной работы системы видеонаблюдения от аккумуляторных батарей (далее – АКБ) в течение не менее 10 часов (согласно внутреннего регламента банка) ИВЭП комплектуются по 2 шт. АКБ ёмкостью по 38 Ач каждая (расчёт приведён ниже).

Расчет необходимой ёмкости требуемых АКБ для нагрузки:

$$E = (T_{\text{деж}} \cdot I_{\text{деж}}) \cdot \eta_{\text{кнд}} \cdot \eta_{\text{де}} \quad (9.1)$$

, где $T_{\text{деж}}$ – время работы в дежурном режиме,

$I_{\text{деж}}$ – ток нагрузки в дежурном режиме,

$\eta_{\text{ра}} = 0,9$ – коэффициент разряда АКБ,

$\eta_{\text{де}} = 0,7$ – коэффициент доступной ёмкости АКБ.

Расчёт требуемой общей ёмкости АКБ (Ач):

$$E = (T_{\text{деж}} \cdot I_{\text{деж}}) \cdot \eta_{\text{кнд}} \cdot \eta_{\text{де}} = (10 \cdot 12) \cdot 0,8 \cdot 0,7 = 67,2 \text{ Ач}.$$

В установочные места корпуса ИВЭП «SKAT-V.12DC-12KM» имеется возможность установки 2 шт. аккумуляторных батарей по 38Ач, итого получается емкость АКБ в 76Ач, что на 8Ач выше требуемой.

Для визуального просмотра в системе видеонаблюдения используются 2 LCD-монитора диагональю 32 дюйма «АОС U3277FWQ», мощность потребления каждого составляет 75 Вт, электропитание которых осуществляется от одного ИБП «Powercom IMP-1500AP» [17].

Данный источник допускает скачки входного напряжения в диапазоне от 165В до 275 В, общая мощность 1500ВА, для потребителей выходная мощность 900Вт, погрешности выходного напряжения не превышают 5%.

Максимальное время переключения на аккумуляторную батарею при пропадании основного электропитания составляет 4 мс, что не вносит в работу мониторов никаких помех. Время «батарейной поддержки» при нагрузке до 150Вт составляет не менее 36 минут, чего с большим запасом достаточно для включения в сеть дизельного генератора. Имеется возможность проведения «горячей замены» неисправных аккумуляторных батарей без отключения ИБП и нагрузки. Внешний вид ИБП «Powercom IMP-1500AP» указан на рис.19.



Рисунок 19 - ИБП «Powercom IMP-1500AP».

Основное оборудование видеонаблюдения расположено в помещении комнаты охраны, общее электропитание системы видеонаблюдения осуществляется по схеме подгруппы «Критичная категория» 1-й категории электроснабжения.

9. СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ДОСТУПА И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ

Система контроля и управления доступом (далее – СКУД) является одной из составляющих охранных систем на объекте, которая посредством применения программных и технических средств обеспечивает контроль и управляемый доступ в отдельные, в том числе и особо важные помещения банка, исключает доступ в них посторонних лиц.

Так же данная система выполняет учёт и контроль за передвижением сотрудников банка, учёт времени их пребывания в охраняемой зоне.

Функционально система СКУД может интегрироваться в общий комплекс охраны, например в вышеуказанный ПКМ «Астра-Pro», что обеспечивает автоматизацию процесса постановки/снятия с охраны помещений по факту прохода в зону доступа сотрудника банка. Так же система позволяет организовать учёт рабочего времени для каждого сотрудника банка, при этом можно отследить место нахождения сотрудника с точностью до зоны, доступ к которой у него установлен в разрешениях системы.

Составными частями СКУД являются следующие элементы:

1. «Точка прохода» - это определённая преграда, например дверь, ворота или шлагбаум, которые оборудованы специальным запорным устройством (электромагнитным либо электромеханическим замком), считывающим устройством и электронным исполнительным устройством.

2. «Идентификатор» - специальное электронное устройство (магнитная карта, «Proximity» - карта (бесконтактная), «Touch Memory» - брелок, Радио-брелок и др.).

3. «Считыватель» - специальное электроконтактное устройство для считывания кодовой информации от «Идентификатора» типа «Touch Memory» и передача её в «контроллер СКУД».

4. «Контроллер СКУД» - специальное электронное устройство для передачи информации от «Идентификатора» и передача её в исполнительным устройствам СКУД.

Для обеспечения бесперебойного резервного электропитания системы СКУД используется ИВЭП «SKAT-V.12DC-12KM» в количестве 1 шт., завод-изготовитель НПО «Бастион» Россия, Ростовская обл., г. Ростов-на-Дону[15].

Данный прибор может работать в диапазоне напряжения в сети от 85В до 260В переменного тока, потребляемая мощность из сети составляет 450ВА. При

работе в резервном режиме источник обеспечивает защиту установленных аккумуляторных батарей от глубокого разряда посредством отключения нагрузки при снижении напряжения АКБ до уровня 10 В.

Переключение на резервное питание от аккумуляторов при отключении основного электропитания и обратно должно происходить без сбоев и перерывов, иначе общая работа системы СКУД может быть нарушена. Для надёжного обеспечения работы этой системы, т.к. это непосредственно влияет на уровень безопасности банка, необходимо чтобы, при пропадании основного электропитания, СКУД имело гарантированное резервное электропитание.

Согласно рекомендаций Р 78.36.005 – 2011г. резервный источник питания должен обеспечить функционирование системы СКУД при пропадании напряжения в сети на время не менее 8 часов [19].

Ток потребления приборов и исполнительных элементов системы СКУД составляет в сумме 8,25А в рабочих режимах. Расчет необходимой ёмкости требуемых АКБ для нагрузки системы ведётся по следующей формуле:

$$E = (T_{\text{деж}} \cdot I_{\text{деж}}) \cdot \eta_{\text{кнд}} \cdot \eta_{\text{де}} \quad (10.1)$$

, где $T_{\text{деж}}$ – время работы в дежурном режиме,

$I_{\text{деж}}$ – ток нагрузки в дежурном режиме,

$\eta_{\text{га}} = 0,9$ – коэффициент разряда АКБ,

$\eta_{\text{де}} = 0,7$ – коэффициент доступной ёмкости АКБ.

Расчёт требуемой общей ёмкости АКБ (Ач):

$$E = (T_{\text{деж}} \cdot I_{\text{деж}}) \cdot \eta_{\text{кнд}} \cdot \eta_{\text{де}} = (8 \cdot 8,25) \cdot 0,8 \cdot 0,7 = 23,52 \text{ Ач.}$$

В установочные места корпуса ИВЭП «СКАТ-V.12DC-12KM» устанавливаются 2 шт. аккумуляторные батареи ёмкостью по 12Ач каждая, общая ёмкость АКБ равна 24Ач, что соответствует требуемым нормативам.

10. ОБОРУДОВАНИЕ В ПОМЕЩЕНИЯХ «КАССОВЫЙ УЗЕЛ», «ХРАНИЛИЩЕ ЦЕННОСТЕЙ»

Электроснабжение в помещениях банка «Кассовый узел», «Хранилище ценностей» осуществляется по 1-й группе электроприёмников, как потребители «Особой группы» с подключением к дизельному генератору (системы ОПС, СОУЭ, СКУД, видеонаблюдение, аварийное освещение в данных помещениях рассматриваются отдельно). Распределение сети резервного электропитания по помещениям банка выполнено совместно с электропроводкой основного питания в кабельных каналах «LEGRAND», различия в подключениях определяются специально выделенными розеточными блоками: блок на 4 подключения белого цвета используется для основного питания, блок на 2 подключения красного цвета – для резервного питания[26].

Розетки красного цвета (резервного питания) выполнены со специальной блокировкой на подключение. Для электропотребителей 1 категории на стандартную евро-вилку приклеиваются специальные разблокировочные пластины для возможности подключения к этим розеткам. К данным розеткам резервного питания должно быть подключено только специальное оборудование: купюросчётные машины, детекторы банкнот, персональный компьютер, кассовое оборудование, контрольное оборудование и т.д. Контроль и учёт всех подключений к данным розеткам резервного питания возложен на «Технический отдел» банка. Внешний вид розеточных блоков указан на рис.20.



Рисунок 20 – Внешний вид розеток основного и резервного электропитания.

Всего в помещениях банка «Кассовый узел», «Хранилище ценностей» предусмотрено подключение 6-и потребителей, при этом, из расчёта по 2,2 кВт на каждого, общая потребляемая мощность данных потребителей составляет 13,2 кВт. В среднем для расчётов принимаем значения $Ku=0,4$; $\cos\varphi = 0,85$.

11. ОБОРУДОВАНИЕ В СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ БАНКА

Электроснабжение в отдельных специализированных помещениях банка, где проводится работа с персональными данными граждан, работа с юридическими и физическими лицами осуществляется по 1-й группе электроприёмников без подключения к дизельному генератору (системы ОПС, СОУЭ, СКУД, видеонаблюдение, аварийное освещение в данных помещениях рассматриваются отдельно).

Основным электрооборудованием в данных помещениях банка, которое подлежит резервированию являются персональные компьютеры, принтеры, сканеры, и др. оборудование, которое как правило подключается к сети через ИБП небольшой мощности, рассчитанные на 5-6 минут автономной работы для корректного завершения работ и отключения аппаратуры в случае отключения вводного электропитания.

Распределение сети резервного электропитания по помещениям банка выполнено совместно с электропроводкой основного питания в кабельных каналах, аналогично п.11(стр.53).

Всего в данную группу включено 20 помещений, из расчёта по 2,2 кВт на помещение общая потребляемая мощность данных потребителей составляет 44 кВт. В среднем для расчётов принимаем значения $Ku=0,35$; $\cos\varphi = 0,85$.

12. ПРОТИВОДЫМНАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ

12.1. Типы применяемых вентиляторов

Для обеспечения в производственных и офисных помещениях притока свежего чистого воздуха и оттока загрязнённого воздуха в качестве основного исполнительного элемента применяются различные виды вентиляторов. Вентилятор – это электромеханическая установка, которая создаёт разность давлений на входе в вентиляционную сеть и выходе из нее. Мощность вентиляторов лежит в весьма широких пределах – от единиц до нескольких тысяч киловатт, скорость так же различная: от тихоходных вентиляторов (около 100 об/мин) до сверхбыстроходных вентиляторов со скоростью до 20000 об/мин.

В зависимости от принципа действия и конструкции вентиляторы делятся на осевые и радиальные (центробежные).

Схема осевого вентилятора представлена на рисунке 21.

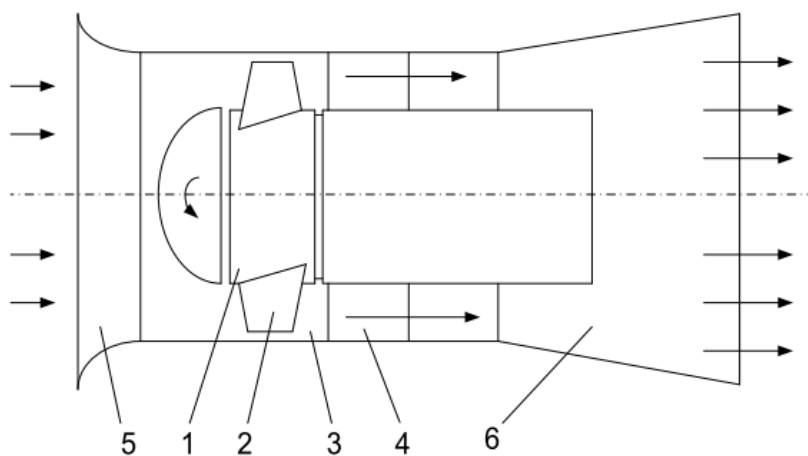


Рисунок 21 - Схема осевого вентилятора:

В состав осевого вентилятора входит 1- рабочее колесо, на втулке которого закреплены 2-профильные лопатки, 3-кожуха, 4- спрямляющий аппарат с неподвижными лопатками, 5-коллектор и 6-диффузор.

Принцип работы: воздух засасывается в 5-коллектор, проходит между 2-лопатками вращающегося рабочего колеса, а затем поступает в 4-спрямляющий

аппарат, откуда в 6-диффузор и выбрасывается в атмосферу (при работе вентилятора на всасывание).

Схема центробежного вентилятора представлена на рисунке 22.

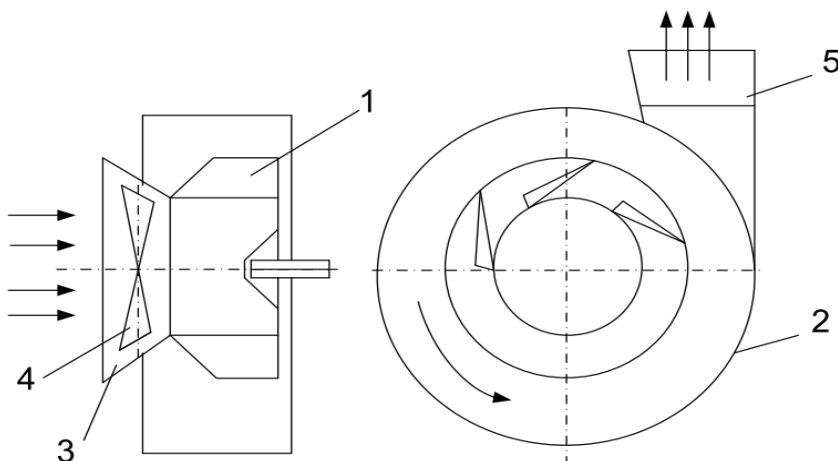


Рисунок 22 - Схема центробежного (радиального) вентилятора:

Основу радиального (центробежного) вентилятора составляет 1-рабочее колесо, которое вращается в 2-спиральном кожухе. Улиткообразный кожух предназначен для подачи воздуха в определенном направлении и частичного преобразования динамического давления в потоке воздуха в статическое давление. Воздух поступает в вентилятор через 3-входной коллектор, в котором установлены поворачивающиеся, каждая относительно своей оси 4-лопатки направляющего аппарата. Направляющий аппарат предназначен для подачи воздуха к рабочему колесу с определенной скоростью и под определенным углом, это позволяет регулировать рабочие режимы вентилятора.

12.2. Требования по подключению противодымной вентиляции

При возникновении пожара (в соответствии с требованиями СП7.13130.2013) в помещениях банка все системы общеобменной вентиляции и кондиционирования должны быть отключены. При этом на путях эвакуации

(лестничные проёмы, коридоры длиной более 15 метров, входя помещения с массовым пребыванием людей) требуется установка специализированной аварийной противодымной вентиляции для обеспечения удаления дыма при возникновении пожара в целях безопасного обеспечения эвакуации людей из помещений банка на начальной стадии пожара. Электропитание нагрузок противодымной вентиляции производится с включением в «Особую группу 1 категории», где, кроме 2-х вводов электропитания от разных подстанций энергосистемы, для этих электропотребителей дополнительно подключается дизельный генераторная электростанция [21].

Система противодымной вентиляции состоит из двух вентиляторов: вытяжной вентилятор и приточный вентилятор подпора свежего воздуха. Для управления вентиляторами используется программируемый логический контроллер (ПЛК) «ПЛК LOGO! Siemens», к которому дополнительно подключаются специализированные датчики потока.

Схема подключения ПЛК «LOGO! Siemens» указана на рис.23.

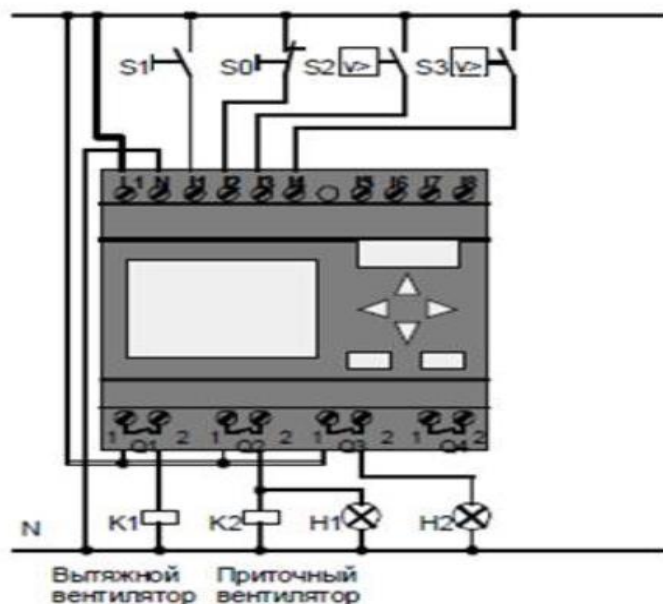


Рисунок 23 – Схема подключения ПЛК «LOGO! Siemens».

Назначение элементов: «S0» - кнопка «Остановка», «S1» - кнопка «Пуск» - управление электродвигателями; «S2» и «S3» - соответствующие датчики по-

тока воздуха (приточный и вытяжной), «Н1» и «Н2» - индикаторные лампы не-исправности соответствующих электродвигателей, «К1» и «К2» - линейные контакторы для подключения электродвигателями.

В помещениях (на путях эвакуации) никогда не должно возникать избыточное давление, иначе потоки воздуха могут ускорить дальнейшее распространение пожара. Функцию уравнивания притока и вывода воздушной массы осуществляет ПЛК «LOGO! Siemens» передавая соответствующие команды на системы управления электродвигателей (на преобразователи частоты).

В алгоритме работы ПЛК «LOGO! Siemens» основным условием является то, что приточный вентилятор должен включаться только при условии если датчик давления показывает исправное состояние и нормальные рабочие режимы вытяжного вентилятора.

При выходе из строя какого-либо из вентиляторов предусмотрена световая индикация, система должна отключаться с выдачей соответствующего сигнала о неисправности, оба вентилятора (вытяжной и приточный подпора воздуха) должны быть немедленно остановлены во избежание усиления распространения огня и дыма при пожаре.

12.3. Выбор силового оборудования

Проведём расчет и выбор силового оборудования системы противодымной вентиляции. Примем для расчёта производительности вентилятора необходимый объём воздуха в $5,5 \text{ м}^3/\text{с}$ и требуемый напор воздуха 500 Па для обеспечения нормальной работы системы противодымной вентиляции (согласно требованиям «Заказчика», полученным ранее из расчетов пожарных рисков на объекте).

- $\eta_B = 0,55$; - КПД вентилятора,

$\eta_{\Pi} = 1$ - КПД механической передачи,

Расчётная мощность требуемого вентилятора:

$$P_B = \frac{Q_B \cdot H}{\eta_B} \cdot 10^{-3} = \frac{5,5 \cdot 500}{0,55} \cdot 10^{-3} = 5,0 \text{ кВт} ; \quad (13.1)$$

Таблица 2 – Выбор коэффициента запаса в зависимости от мощности.

$P_{в}, \text{кВт}$	до 1,0	1..2	2..5	более 5
K_3	2	1,5	1,25..1,3	1,1..1,15

В соответствии с таб.2 принимаем коэффициент запаса $K_3 = 1,1$.

Расчетная мощность электропривода:

$$P_{\partial p} = K_3 \cdot \frac{Q \cdot H}{\eta_e \cdot \eta_n} \cdot 10^{-3} = 1,1 \cdot \frac{5,5 \cdot 500}{1 \cdot 0,55} = 5,5 \text{ кВт} ; \quad (13.2)$$

Для того чтобы выбрать двигатель необходимо выполнение условия:

$$P_H \geq P_{\partial p}$$

По [22] выбираем двигатель типа АИР100L2 с номинальной мощностью $P_H = 5,5 \text{ кВт}$, при этом условие: $P_H \geq P_{\partial p} \rightarrow 5,5 \text{ кВт} \geq 5,5 \text{ кВт}$ - выполняется.

Двигатель АИР 100L2: Базовое исполнение – режим работы S1(продолжительный режим работы), от сети трехфазного переменного тока 50 Гц напряжением 380В/660В. Климатическое исполнение и категория размещения У3. Степень защиты IP54.

Таблица №3 – Технические характеристики двигателя АИР 100L2

Электродвигатель	Мощность	Об/мин.	Ток при 380В, А	КПД, %	Кэф. мощности	I_H/I_N	M_H/M_N	M_{max}/M_H	Момент инерции, кгм ²	Масса, кг
АИР 100L2	5,5 кВт	3000	11	88	0,88	7,5	2,1	2,4	0,0080	32

12.4. Расчёт параметров электродвигателя

Синхронная скорость вращения:

$$n_0 = \frac{60 \cdot f_{1H}}{p} = \frac{60 \cdot 50}{1} = 3000 \text{ об / мин} \quad (13.3)$$

Синхронная угловая скорость вращения:

$$\omega_0 = \frac{\pi \cdot n_0}{30} = \frac{3,14 \cdot 3000}{30} = 314 \text{ рад / с} \quad (13.4)$$

Номинальное скольжение:

$$s_n = \frac{n_0 - n_n}{n_0} = \frac{3000 - 2850}{3000} = 0,05 \text{ отн.ед.} \quad (13.5)$$

Номинальная угловая скорость вращения:

$$\omega_{\text{дв.н}} = (1 - s_n) \cdot \omega_0 = (1 - 0,05) \cdot 314 = 298,3 \text{ рад / с} \quad (13.6)$$

Номинальный момент:

$$M_n = \frac{P_{\text{дв.н}}}{\omega_{\text{дв.н}}} = \frac{5500}{298,3} = 18,438 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (13.7)$$

Проводим расчёты номинального фазного напряжения и номинального фазного тока статора.

Для определения значения номинального фазного тока принимаем схему соединения обмоток статора типа «Звезда» - Y[23].

Номинальное фазное напряжение:

$$U_{1\text{.фн}} = \frac{U_{1\text{ф.н}}}{\sqrt{3}} = \frac{380}{\sqrt{3}} = 220 \text{ В.} \quad (13.8)$$

Номинальный ток статора (потребляемый ток из сети при номинальном режиме работы двигателя):

$$I_{1н} = \frac{P_{\text{дв.н}}}{3 \cdot U_{1н} \cdot \cos \varphi \cdot \eta_n} = \frac{5500}{3 \cdot 220 \cdot 0,88 \cdot 0,88} = 10,761 \text{ А} \quad (13.9)$$

Ток статора двигателя при частичной нагрузке:

$$I_{11} = \frac{p_{\text{жс}} \cdot P_{\text{дв.н}}}{3 \cdot U_{1н} \cdot \cos \varphi_{\text{ржс}} \cdot \eta_{\text{ржс}}} = \frac{0,75 \cdot 5500}{3 \cdot 220 \cdot 0,818 \cdot 0,88} = 8,682 \text{ А} \quad (13.10)$$

где $p_{\text{жс}} = 0,75$ о.е. - коэффициент загрузки двигателя;

$$\cos \varphi_{\text{ржс}} = 0,818; \quad \eta_{\text{ржс}} = \eta_n = 0,88$$

Ток холостого хода:

$$I_0 = \sqrt{\frac{I_{11}^2 - \left(p_{жс} \cdot I_{1н} \cdot \frac{1-s_H}{1-p_{жс} \cdot s_H} \right)^2}{1 - \left(p_{жс} \cdot \frac{1-s_H}{1-p_{жс} \cdot s_H} \right)^2}} = \sqrt{\frac{8,682^2 - \left(0,75 \cdot 10,761 \cdot \frac{1-0,05}{1-0,75 \cdot 0,05} \right)^2}{1 - \left(0,75 \cdot \frac{1-0,05}{1-0,75 \cdot 0,05} \right)^2}} = 5,135 \text{ А} . \quad (13.11)$$

Максимальный потребляемый ток двигателя при прямом пуске:

$$I_{1\text{макс}} = k_{i\text{ов}} \cdot I_{1н} = 7,5 \cdot 10,761 = 80,708 \text{ А} \quad (13.12)$$

$$\text{Критический момент: } M_{\kappa} = m_{\kappa} \cdot M_{\text{двн}} = 2,4 \cdot 18,438 = 44,251 \text{ Нм} \quad (13.13)$$

Пусковой момент двигателя при прямом пуске:

$$M_{\text{дв.пуск}} = m_n \cdot M_{\text{двн}} = 2,1 \cdot 18,438 = 38,72 \text{ Нм} \quad (13.14)$$

12.5. Расчет параметров Т-образной схемы замещения

Расчёты параметров механических и электромеханических характеристик асинхронного двигателя удобно проводить методом создания его математических моделей, которая может быть представлена разными вариантами схем замещения.

Наиболее удобной и простой для расчета асинхронного двигателя является Т-образная схема замещения, представленная на рис.24.

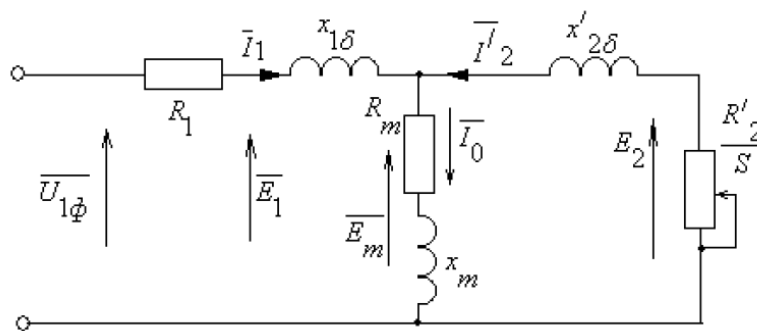


Рисунок 24 - Т-образная схема замещения двигателя

Условные обозначения на схеме:

$U_{1\phi}$ – фазное напряжение, подводимое к обмотке статора;

I_1 – ток обмотки статора; R_1 – активное сопротивление обмотки статора;

$X_{1\sigma}$ – индуктивное сопротивление рассеяния обмотки статора;

X_m – индуктивное сопротивление контура намагничивания;

I_0 – ток холостого хода (намагничивания);

I_2' – приведённый ток обмотки ротора к обмотке статора;

R_2' – приведённое активное сопротивление цепи обмотки ротора к цепи обмотки статора;

$X_{2\sigma}'$ – приведённое индуктивное сопротивление рассеяния цепи обмотки ротора к цепи обмотки статора.

Для определения значений приведенного активного сопротивления ротора и активного сопротивления статора необходимо найти коэффициенты:

$$C_1 = 1 + \frac{I_0}{2 \cdot I_{1n} \cdot k_i} = 1 + \frac{5.135}{2 \cdot 10.761 \cdot 7} = 1,034 \quad (13.15)$$

$$A_1 = m \cdot U_{1n}^2 \cdot \frac{1 - s_n}{2 \cdot C_1 \cdot m_k \cdot P_n} = 3 \cdot 220^2 \cdot \frac{1 - 0,05}{2 \cdot 1,034 \cdot 2,4 \cdot 5500} = 5,053 \quad (13.16)$$

где $m=3$ – число фаз, I_0 – ток холостого хода.

Значение критического скольжения s_k определяется по формуле Клосса:

$$s_k = s_n \cdot \frac{m_k + \sqrt{m_k^2 - [1 - 2 \cdot s_n \cdot \beta \cdot (m_k - 1)]}}{1 - 2 \cdot s_n \cdot \beta \cdot (m_k - 1)} = 0,05 \cdot \frac{2,4 + \sqrt{2,4^2 - [1 - 2 \cdot 0,05 \cdot 1 \cdot (2,4 - 1)]}}{1 - 2 \cdot 0,05 \cdot 1 \cdot (2,4 - 1)} = 0,268. \quad (13.17)$$

Значение активного сопротивления ротора, приведенного к обмотке статора:

$$R_2' = \frac{A_1}{\left(\beta + \frac{1}{s_k}\right) \cdot C_1} = \frac{5,053}{\left(1 + \frac{1}{0,268}\right) \cdot 1,034} = 1,033 \text{ Ом}. \quad (13.18)$$

Активное сопротивление статора:

$$R_1 = R_2' \cdot C_1 \cdot \beta = 1,033 \cdot 1,034 \cdot 1 = 1,068 \text{ Ом}. \quad (13.19)$$

Индуктивное сопротивление короткого замыкания:

$$X_{кн} = R_2' \cdot C_1 \cdot \gamma = 1,033 \cdot 1,034 \cdot 3,595 = 3,84 \text{ Ом}. \quad (13.20)$$

$$\text{где } \gamma = \sqrt{\frac{1}{s_k^2} - \beta^2} = \sqrt{\frac{1}{0,268^2} - 1^2} = 3,595 \quad (13.21)$$

Индуктивное сопротивление роторной обмотки, приведенное к статорной:

$$X'_{2H} = 0,58 \cdot \frac{X_{KH}}{C_1} = 0,58 \cdot \frac{3,84}{1,034} = 2,154 \text{ Ом.} \quad (13.22)$$

Индуктивное сопротивление статорной обмотки:

$$X'_{1H} = 0,42 \cdot X_{KH} = 0,42 \cdot 3,84 = 1,613 \text{ Ом.} \quad (13.23)$$

Критическое скольжение:

$$s_{k1} = \frac{C_1 \cdot R'_2}{\sqrt{R_1^2 + X_{KH}^2}} = \frac{1,034 \cdot 1,033}{\sqrt{1,068^2 + 3,84^2}} = 0,268 \quad (13.24)$$

Полученные значения s_k и s_{k1} совпадают (значения равны 0,268).

ЭДС ветви намагничивания, наведенная магнитным потоком воздушного зазора в обмотке статора:

$$E_1 = \sqrt{(U_{1H} \cdot \cos \phi - R_1 \cdot I_{1H})^2 + (U_{1H} \cdot \sin \phi - X_{1H} \cdot I_{1H})^2} = \\ \sqrt{(220 \cdot 0,88 - 1,068 \cdot 10,761)^2 + (220 \cdot 0,475 - 1,613 \cdot 10,761)^2} = 238,563 \text{ В.} \quad (13.25)$$

где $\phi = \arccos(\cos \phi) = 0,495$

$\sin \phi = \sin(0,495) = 0,475$

Индуктивное сопротивление контура намагничивания:

$$X_{\mu H} = \frac{E_1}{I_0} = \frac{238,563}{5,135} = 46,458 \text{ Ом} \quad (13.26)$$

Индуктивность обмотки статора, обусловленная потоком рассеяния:

$$L_{1\sigma} = \frac{X_{1H}}{2 \cdot \pi \cdot f_{1H}} = \frac{1,613}{2 \cdot 3,14 \cdot 50} = 5,13 \cdot 10^{-3} \text{ Гн} \quad (13.27)$$

Приведенное значение индуктивности обмотки ротора, обусловленной потоком рассеяния, равно:

$$L_{2\sigma} = \frac{X_{2H}}{2 \cdot \pi \cdot f_{1H}} = \frac{2,154}{2 \cdot 3,14 \cdot 50} = 6,86 \cdot 10^{-3} \text{ Гн} \quad (13.28)$$

Индуктивность контура намагничивания:

$$L_{\mu} = \frac{X_{\mu n}}{2 \cdot \pi \cdot f_{1n}} = \frac{46,458}{2 \cdot 3.14 \cdot 50} = 0,148 \text{ Гн} \quad (13.29)$$

Таблица 4 - Параметры схемы замещения

$R_1, \text{Ом}$	$R_2', \text{Ом}$	$X_{1n}', \text{Ом}$	$X_{2n}', \text{Ом}$	$X_{kn}, \text{Ом}$	$X_{\mu n}, \text{Ом}$	$L_{1\sigma}, \text{Гн}$	$L_{2\sigma}, \text{Гн}$	$L_{\mu}, \text{Гн}$
1,068	1,033	1,613	2,154	3,84	46,458	$5,13 \cdot 10^{-3}$	$6,86 \cdot 10^{-3}$	0,148

13. РАСЧЁТ СТАТИЧЕСКИХ И ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЛЯ РАЗОМКНУТОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА

13.1. Расчёт естественных механических и электромеханических характеристик системы регулируемого электропривода

Используя значения параметров схемы замещения (данные по табл.4), производится расчет механических и электромеханических характеристик.

Механическую характеристику асинхронного двигателя при переменных значениях величины и частоты напряжения питания можно рассчитать по следующему выражению

$$M = \frac{3U_{1\phi}^2 R_2'}{\omega_0 s \cdot \left[\left(R_1 + \frac{R_2'}{s} \right)^2 + (X_1 + X_2')^2 \right]} = \frac{3 \cdot 220^2 \cdot 1,033}{298,3 \cdot s \cdot \left[\left(1,068 + \frac{1,033}{s} \right)^2 + (1,613 + 2,154)^2 \right]} \quad (14.1)$$

Механическая характеристика асинхронного двигателя имеет критический момент и критическое скольжение, которые определяются по следующим формулам (14.2) и (14.3):

$$M_K = \frac{3 \cdot U_{1\phi}^2}{2 \cdot \omega_0 \cdot C_1 \left[R_1 + \sqrt{R_1^2 + X_K^2} \right]} \quad (14.2)$$

$$M_K = \frac{3 \cdot 220^2}{2 \cdot 314 \cdot 1.019 \cdot \left[1,068 + \sqrt{(1,068^2 + 3,84^2)} \right]} = 44,251 \text{ Нм},$$

где $X_K = X_{1H} + X'_{2H} = 3,84 \text{ Ом}$ Ом - индуктивное сопротивление короткого замыкания.

$$s_{Kj} = \pm R'_2 \sqrt{\frac{1 + (R_1 / X_{\mu H} f_{1*})^2}{R_1^2 + X_{KH}^2 f_{1*}^2}} \quad (14.3)$$

Номинальная скорость:

$$\omega_n = \omega_0 \cdot (1 - s_n) = 314,14 \cdot (1 - 0,05) = 298,3 \text{ с}^{-1} \quad (14.4)$$

Номинальный момент:

$$M_n = \frac{P_n}{\omega_n} = \frac{5500}{298,3} = 18,438 \text{ Нм} \quad ; \quad (14.5)$$

График механической характеристики АД изображен на рисунке 25.

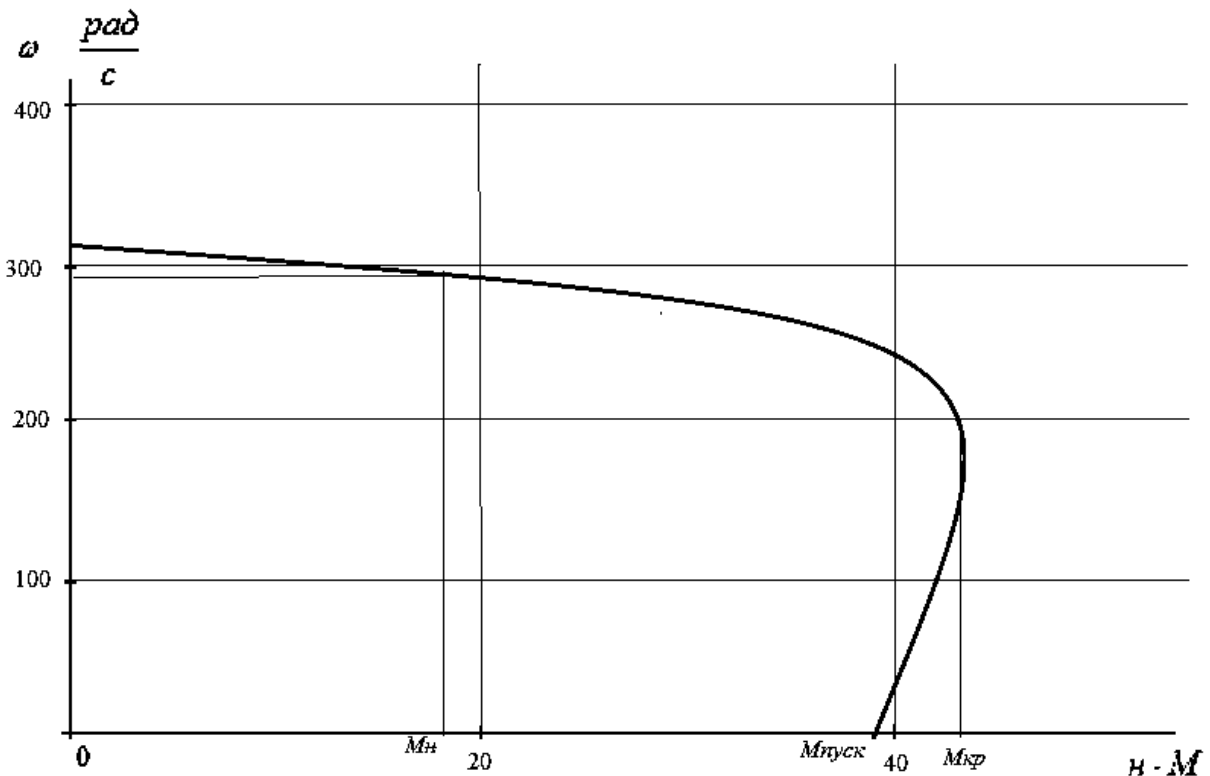


Рисунок 25 - График механической характеристики АД ($\omega = f(M)$).

Рабочий участок естественной характеристики обладает высокой жесткостью, модуль которой при $|M| < |M_{НОМ}|$ практически постоянен, а при $M_{НОМ} < M < M_K$ с возрастанием момента двигателя постепенно уменьшается и при $\omega = \omega_k$ становится равным нулю. Дальнейшее снижение скорости приводит к уменьшению электромагнитного момента, что соответствует, изменению знака статической жесткости $\beta_{ст}$, которая становится положительной.

Зависимость тока ротора $I_2'(s)$, приведенного к обмотке статора, от скольжения S рассчитывается по следующей формуле:

$$I_2'(s) = \frac{U_{1\phi}}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R_2'}{s}\right)^2 + (X_1 + X_2')^2}} = \frac{220}{\sqrt{\left(1,068 + \frac{1,033}{s}\right)^2 + (1,613 + 2,154)^2}} \text{ A.} \quad (14.6)$$

График электромеханической характеристики тока обмотки ротора $I_2'(s) = f(s)$ изображен на рис.26.

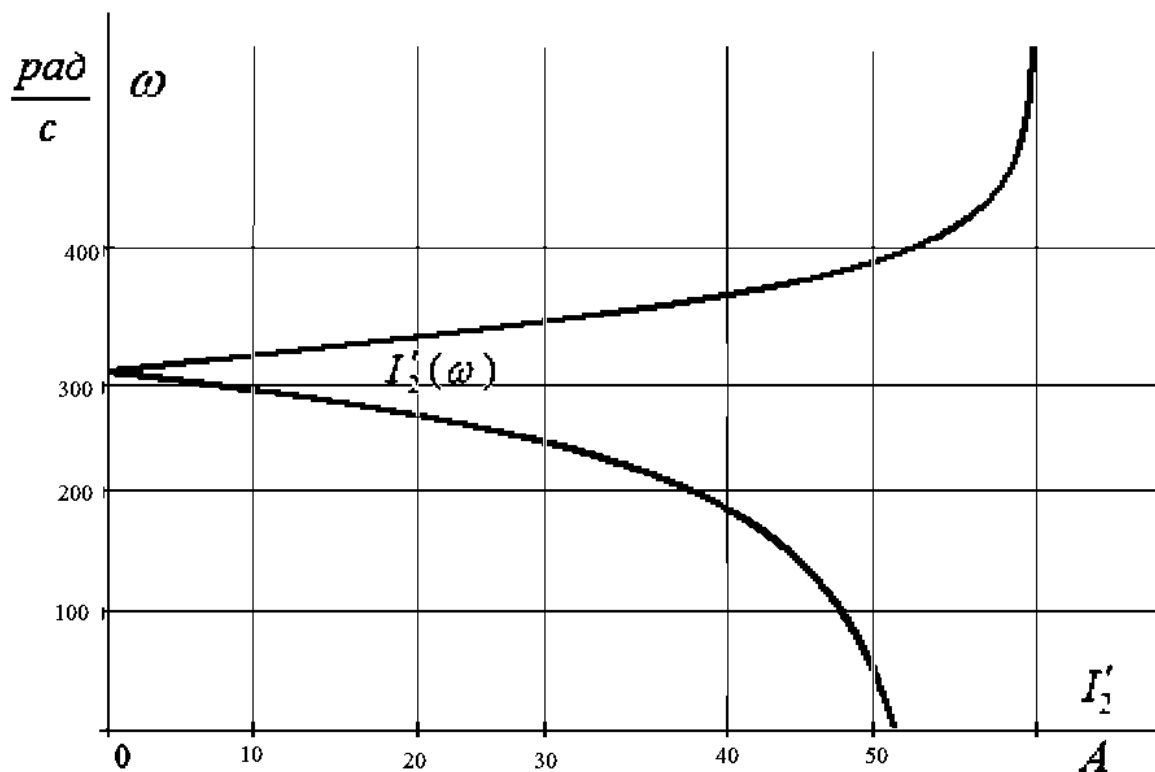


Рисунок 26 – График электромеханической характеристики тока обмотки-ротора $I_2'(s) = f(s)$.

Для построения электромеханической характеристики тока обмотки статора воспользуемся нижеследующим выражением:

$$I_1(s) = \sqrt{I_0^2 + I_2'^2(s) + 2 \cdot I_0 \cdot I_2'(s) \cdot \sin \varphi_2(s)} , \quad (14.7)$$

$$\text{где } \sin \varphi_2(s) = \frac{X_{KH}}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R_2'}{s}\right)^2 + X_{KH}^2}} = \frac{3,84}{\sqrt{\left(1,068 + \frac{1,033}{s}\right)^2 + 3,84^2}} \quad (14.8)$$

Графики электромеханических характеристик двигателя изображены на рис.27.

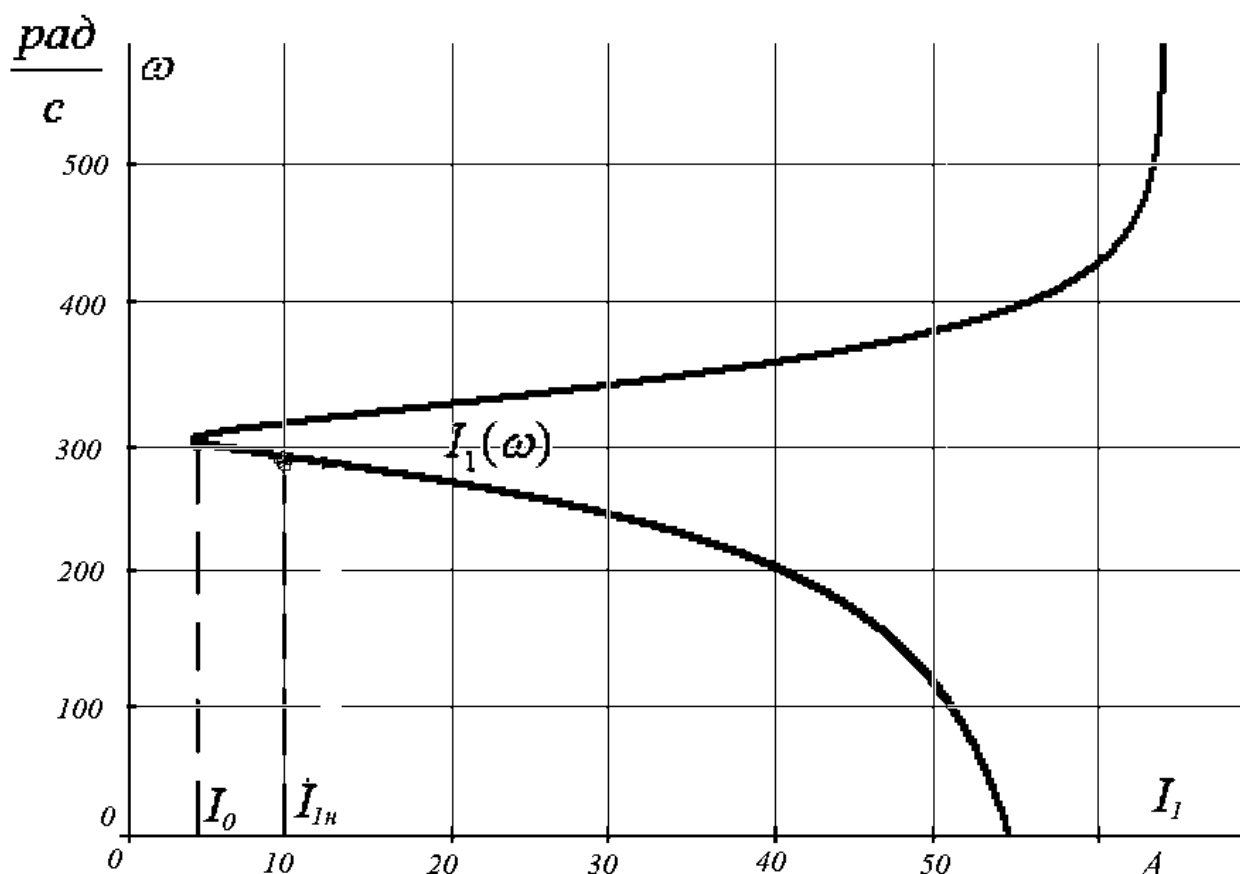


Рисунок 27 – График естественной электромеханической характеристики $I_1 = f(s)$ АД.

Рассчитаем номинальный ток I_{1H} статора АД при номинальном скольжении $s_H = 0,05$.

Сначала определяем номинальный ток ротора при номинальном скольжении:

$$I_2'(s) = \frac{U_{1\phi}}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R_2'}{s}\right)^2 + (X_1 + X_2')^2}} = \frac{220}{\sqrt{\left(1,068 + \frac{1,033}{0,05}\right)^2 + (1,613 + 2,154)^2}} = 9,976 \text{ A.} \quad (14.9)$$

$$\sin \varphi_2(s) = \frac{X_{KH}}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R_2'}{s}\right)^2 + X_{KH}^2}} = \frac{3,84}{\sqrt{\left(1,068 + \frac{1,033}{0,05}\right)^2 + 3,84^2}} = 0,174 \quad (14.10)$$

Номинальный ток статора двигателя:

$$\begin{aligned} I_1(s) &= \sqrt{I_0^2 + I_2'^2(s) + 2 \cdot I_0 \cdot I_2'(s) \cdot \sin \varphi_2(s)} = \\ &= \sqrt{I_0^2 + I_2'^2(s) + 2 \cdot I_0 \cdot I_2'(s) \cdot \sin \varphi_2(s)} = \\ &= \sqrt{5,135^2 + 9,976^2 + 2 \cdot 5,135 \cdot 9,976 \cdot 0,174} = 11,987 \text{ A.} \end{aligned} \quad (14.11)$$

13.2. Расчёт искусственных механических и электромеханических характеристик системы регулируемого электропривода

Частотное регулирование скорости АД с КЗ ротором реализуется посредством подключения двигателя в питающую сеть со следующими параметрами f_c и U_c с дополнительной установкой преобразователя частоты (далее -ПЧ). В качестве ПЧ в настоящее время используются, в основном, полупроводниковые ПЧ.

Реализация возможности частотного регулирования скорости вращения

асинхронного двигателя посредством изменения частоты питающего напряжения определяется отношением скорости вращения электромагнитного поля статора к частоте питающего напряжения: $\omega_0 = \frac{2\pi \cdot f_1}{P_n}$ (14,12)

При этом необходимо учитывать то, что с изменением f – частоты питающего напряжения одновременно изменяется и Φ_1 – величина потока двигателя,

$$\Phi_1 = \frac{E_1}{kf_1} \approx \frac{U_1}{kf_1} \quad (14,13)$$

где, в большинстве случаев, одновременно с изменением частоты питающего напряжения необходимо регулировать и его амплитуду.

При уменьшении f – частоты вниз от номинальной f_n – частоты необходимо производить регулировку величины напряжения, т.к. из-за уменьшения индуктивного сопротивления обмоток АД ток намагничивания будет возрастать, что приведет к насыщению магнитопровода двигателя и, в итоге, к его перегреву.

При этом регулировку величины напряжения необходимо производить так, чтобы скольжение двигателя было минимальным.

Схема включения асинхронного двигателя с питанием от преобразователя частоты указана на рис.28.

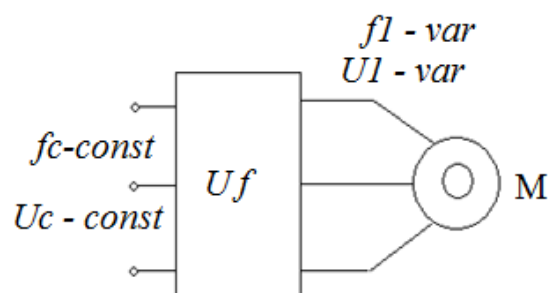


Рисунок 28 - Схема включения асинхронного двигателя с питанием от преобразователя частоты

Для расчётов необходимо выбрать несколько произвольных значений расчётных частот напряжения преобразователя, так например:

$$f_{11} = 50 \text{ Гц}, f_{12} = 35 \text{ Гц}, f_{13} = 25 \text{ Гц}, f_{14} = 17 \text{ Гц}.$$

В рассматриваемом варианте использования АД в системе дымоудаления применяется в режиме «вентиляторной нагрузки» по закону регулирования:

$$Z_p = \frac{U_{1н}}{f^2} = \frac{220}{50^2} = 0,088 \quad (14.14)$$

Относительные значения частот питающего напряжения:

$$\text{при } f_{11} = 50 \text{ Гц} \rightarrow f_{1*1} = \frac{f_{11}}{f_n} = \frac{50}{50} = 1 \quad (14.15)$$

$$\text{при } f_{12} = 35 \text{ Гц} \rightarrow f_{1*2} = \frac{f_{12}}{f_n} = \frac{35}{50} = 0,7 \quad (14.16)$$

$$\text{при } f_{13} = 25 \text{ Гц} \rightarrow f_{1*3} = \frac{f_{13}}{f_n} = \frac{25}{50} = 0,5 \quad (14.17)$$

$$\text{при } f_{14} = 17 \text{ Гц} \rightarrow f_{1*4} = \frac{f_{14}}{f_n} = \frac{17}{50} = 0,34 \quad (14.18)$$

Фазное напряжение обмотки статора АД составляет:

$$U_{1н1} = Z_p \cdot (f_{1*1})^2 = 0,088 \cdot 50^2 = 220 \text{ В}; \quad (14.19)$$

$$U_{1н2} = Z_p \cdot (f_{1*2})^2 = 0,088 \cdot 35^2 = 107,8 \text{ В}; \quad (14.20)$$

$$U_{1н3} = Z_p \cdot (f_{1*3})^2 = 0,088 \cdot 25^2 = 55 \text{ В}; \quad (14.21)$$

$$U_{1н4} = Z_p \cdot (f_{1*4})^2 = 0,088 \cdot 17^2 = 25,4 \text{ В}; \quad (14.22)$$

Относительно выбранных значений частот производится расчёт значений скорости холостого хода:

$$\omega_{01} = \frac{2\pi \cdot f_{1*1}}{p} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 50}{2} = 157,82 \text{ рад / с}; \quad (14.23)$$

$$\omega_{02} = \frac{2\pi \cdot f_{1*2}}{p} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 35}{2} = 109,96 \text{ рад / с}; \quad (14.24)$$

$$\omega_{03} = \frac{2\pi \cdot f_{1*3}}{p} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 25}{2} = 78,55 \text{ рад / с}; \quad (14.25)$$

$$\omega_{04} = \frac{2\pi \cdot f_{I*4}}{p} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 17}{2} = 53,38 \text{ рад / с}; \quad (14.26)$$

Производим расчёт токов холостого хода для выбранных значений частот:

$$I_{01} = \frac{U_{I\pi 1}}{X_{\mu\pi} \cdot f_{I*1}} = \frac{220}{46,458} = 4,735 \text{ A}; \quad (14.27)$$

$$I_{02} = \frac{U_{I\pi 1}}{X_{\mu\pi} \cdot f_2} = \frac{107,8}{46,458 \cdot 0,7} = 3,315 \text{ A}; \quad (14.28)$$

$$I_{03} = \frac{U_{I\pi 3}}{X_{\mu\pi} \cdot f_{I*3}} = \frac{55}{46,458 \cdot 0,5} = 2,368 \text{ A}; \quad (14.29)$$

$$I_{04} = \frac{U_{I\pi 4}}{X_{\mu\pi} \cdot f_{I*4}} = \frac{25,4}{46,458 \cdot 0,34} = 1,608 \text{ A}; \quad (14.30)$$

где $\omega(s, f) = \omega_0(f) \cdot (1-s)$

Искусственные электромеханические характеристики тока ротора $I_2'(\omega)$ изображены на рис.29.

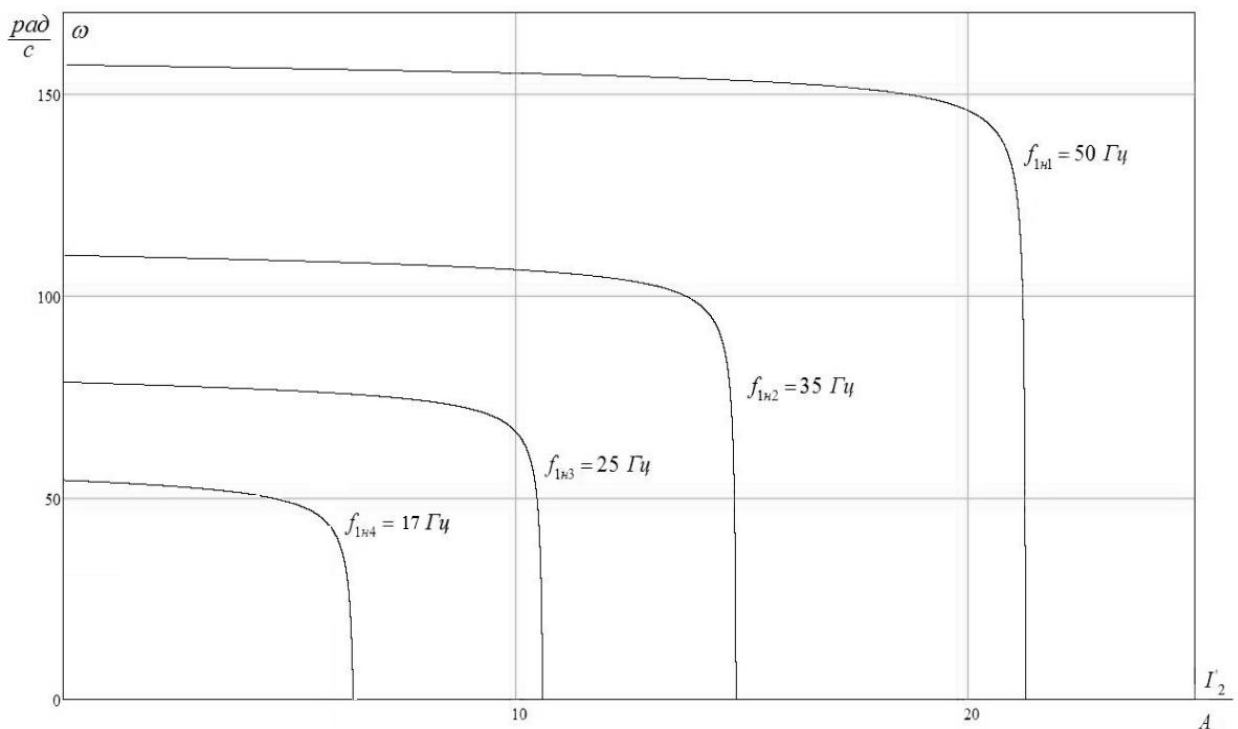


Рисунок 29 – Искусственные электромеханические характеристики тока

ротора $I_2'(\omega)$.

Электромеханические характеристики для выбранных значений частот для тока ротора $I_2'(\omega)$ строятся по формуле:

$$I_2'(s, f) = \frac{U_1(f)}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R_2'}{s}\right)^2 + X_{KH}^2 f_{I*}^2(f) + \left(\frac{R_1 R_2'}{s X_{\mu H} f_{I*}(f)}\right)^2}} \quad (2.31)$$

На рис. 30 изображены искусственные электромеханические характеристики тока статора $I_1(\omega)$.

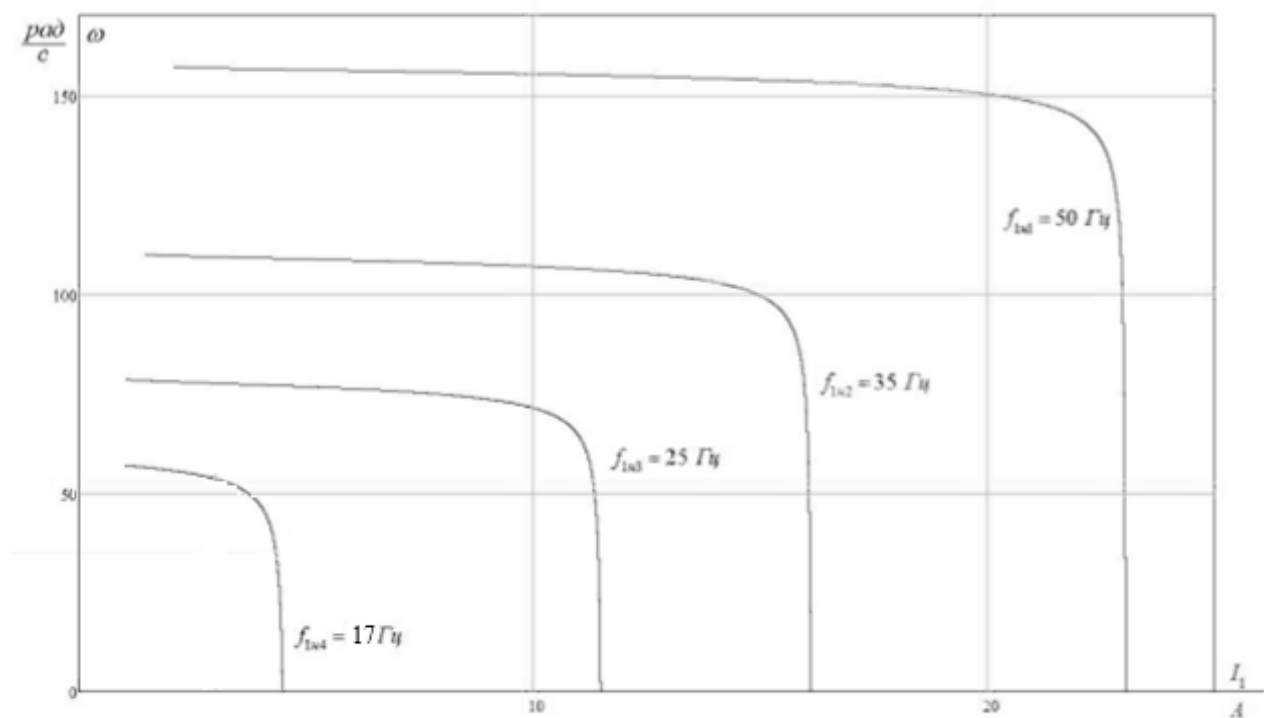


Рисунок 30 – Искусственные электромеханические характеристики тока статора $I_1(\omega)$.

Искусственные электромеханические характеристики тока статора $I_1(\omega)$ для выбранных частот по выражениям:

$$I_1(s, f) = \sqrt{I_0^2(f) + I_2'^2(s, f) + 2 \cdot I_0(f) \cdot I_2'(s, f) \cdot \sin \varphi_2(s, f)} \quad (14.32)$$

$$\omega(s, f) = \omega_0(f) \cdot (1 - s),$$

$$\text{где } \sin \varphi_2(s) = \frac{X_{KH} \cdot f_{1*}(f)}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R_2'}{s}\right)^2 + X_{KH}^2 \cdot f_{1*}^2(f)}} \quad (14.33)$$

$$I_0(f) = \frac{U_1(f)}{X_{\mu H} \cdot f_{1*}(f)} - \text{ток холостого хода АД (в соответствии с выбранными}$$

частотами).

Механические характеристики $M(\omega)$ при переменных значениях величины и частоты напряжения питания АД рассчитываются по формуле:

$$M(s, f) = \frac{3(U(f))^2 \cdot R_2'}{\omega_0(f) \cdot s \cdot \left[X_{KH}^2 \cdot f_{1*}^2 + \left(R_1 + \frac{R_2'}{s}\right)^2 + \left(\frac{R_1 \cdot R_2'}{s \cdot X_{\mu H} \cdot f_{1*}}\right)^2 \right]} \quad (14.34)$$

$$\omega(s, f) = \omega_0(f) \cdot (1 - s),$$

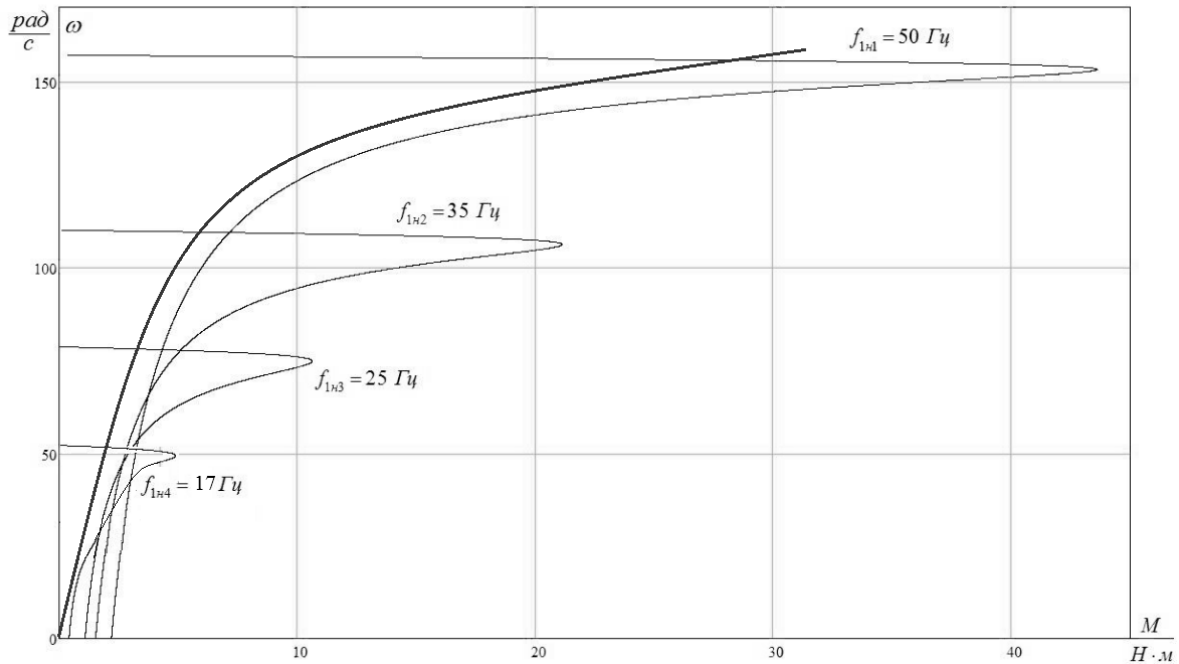


Рисунок 31 – Искусственные механические характеристики $M(\omega)$

Значения критического момента и скольжения определяется по следующим выражениям:

$$M_{\kappa}(f) = \frac{3 \cdot (U_l(f))^2}{2 \cdot \omega_0(f) \cdot \left[R_l + \sqrt{R_l^2 + X_{KH}^2 \cdot f_{l*}^2 \cdot \left(1 + \frac{R_l^2}{f_{l*}^2 \cdot X_{\mu H}^2} \right)^2} \right]} \quad (14.35)$$

$$s_k(f) = R_2' \cdot \sqrt{\frac{1 + \frac{R_l^2}{f_{l*}^2 \cdot X_{\mu H}^2}}{R_l^2 + X_{KH}^2 \cdot f_{l*}^2}} \quad (14.36)$$

$$\omega(s, f) = \omega_0(f) \cdot (1 - s)$$

13.3. Выбор преобразовательного устройства для системы регулируемого электропривода

Преобразователь частоты (далее - ПЧ) применяется для плавного регулирования скорости асинхронного электродвигателя, благодаря созданию на выходе ПЧ напряжения заданной частоты.

Напряжение на выходе преобразователя должно быть больше или равно номинальному напряжению двигателя. Также преобразователь должен выдерживать токовые нагрузки, создаваемые электродвигателем.

В данном случае преобразователь частоты должен удовлетворять следующим требованиям:

$$\begin{aligned} U_{ДВ} &\leq U_{ПР} & 380 В &\leq U_{ПР} \\ I_{ДВ} &\leq I_{ПР} & 10,761 А &\leq I_{ПР} \end{aligned}$$

По вышеуказанным характеристикам производится выбор преобразователя частоты IDS Drive Z552T4B [23].



Технические характеристики:

Мощность: 5,5 кВт

Номинальный ток: 12,5 А

Режим работы: Скалярный, V/F

Входное напряжение: 3x380В

Выходное напряжение: 3x380В

Выходная частота: 0,1 Гц ...400 Гц

Степень защиты: IP20

Температура: -10°C ...+40°C

Рисунок 32 - Внешний вид и технические характеристики преобразователя частоты IDS Drive Z552T4B.

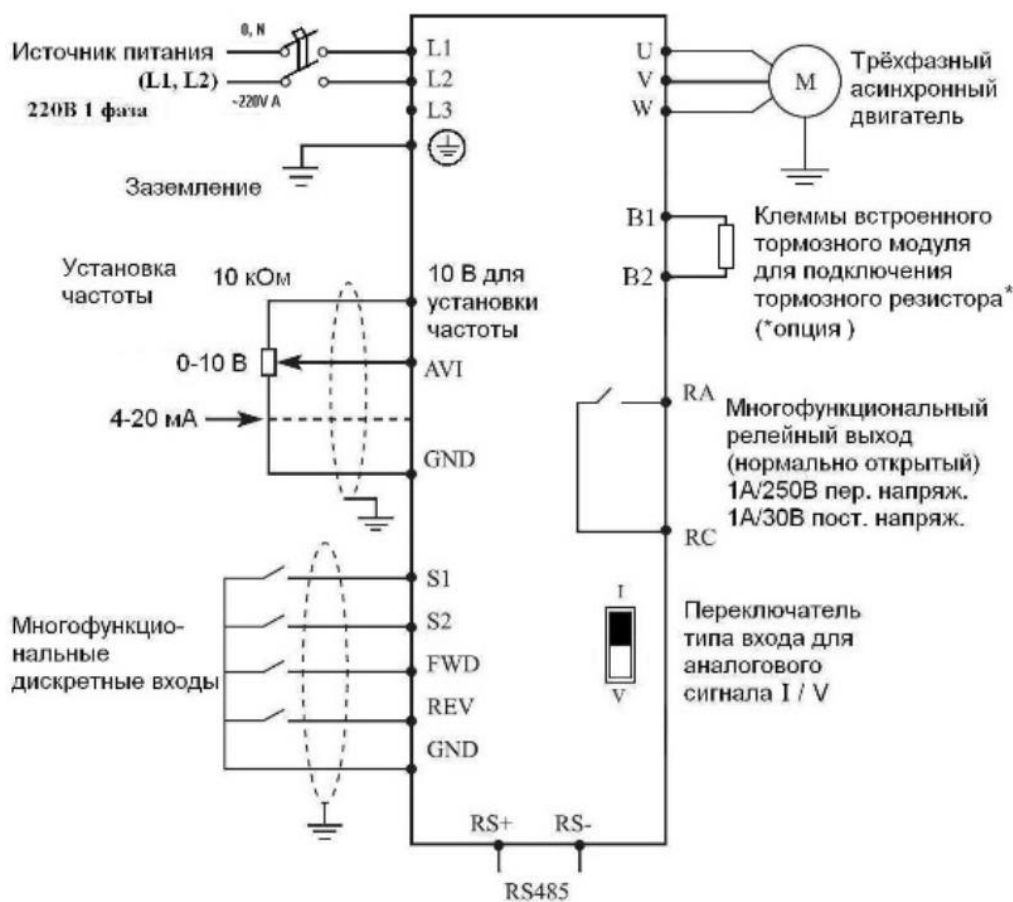


Рисунок 33 - Схема подключения преобразователя.

13.4. Расчёт и выбор основных силовых элементов системы регулируемого электропривода

В состав силовой части силовых элементов системы регулируемого электропривода входят следующие основные компоненты:

1. Неуправляемый выпрямитель, на выходе которого формируется пульсирующее выпрямленное напряжение;
2. Промежуточная цепь, представляющая собой фильтр, в которой содержится конденсатор C (источник реактивной мощности для ЭД) и индуктивность L , которая в данной цепи постоянного тока представляет собой коммутационный дроссель;
3. Инвертор, на выходе которого формируется выходное напряжение с требуемыми значениями частоты и амплитуды.

Выходной каскад инвертора выполнен на основе IGBT-модулей и методом высокочастотной широтно-импульсной модуляции осуществляет преобразование постоянного напряжения в систему переменных 3-х фазных напряжений.

На рис.34 приведена схема двухзвенного ПЧ с АИН.

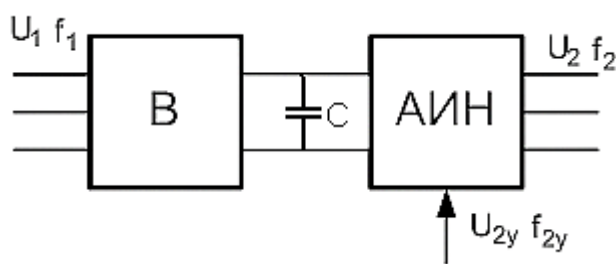


Рисунок 34 - Двухзвенный ПЧ с АИН.

Двухзвенный ПЧ с АИН данного типа производит 2-х кратное преобразование электрической энергии: вначале происходит выпрямление переменного напряжения с частотой f_1 , а затем постоянное напряжение U_d преобразуется (инвертируется) АИН в переменное с заданной амплитудой первой гармоники U_{21m} и частотой f_2 .

На рис. 35 приведена схема ПЧ, в которой АИН выполнен на биполярных

транзисторах с изолированным затвором.

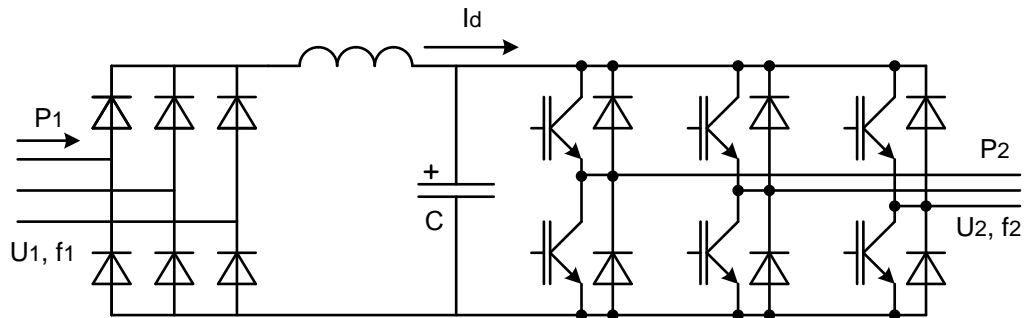


Рисунок 35 - Транзисторный АИН

13.4.1. Расчёт автономного инвертора напряжения

Определение параметров максимального тока, проходящего через ключи инвертора рассчитывается по следующему выражению:

$$I_{c\max} = \frac{P_{\text{ном}} \cdot k_1 \cdot \sqrt{2} \cdot k_2}{\eta_{\text{ном}} \cdot \cos \varphi \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{л}}} = \frac{5500 \cdot 1,4 \cdot \sqrt{2} \cdot 1,2}{0,88 \cdot 0,88 \cdot \sqrt{3} \cdot 380} = 25,638 \text{ A}, \quad (14.37)$$

где $P_{\text{ном}}$ - номинальная мощность двигателя, Вт;

$k_1 = 1.2 - 1.5$ - коэффициент допустимой кратковременной перегрузки по току, необходимой для обеспечения динамики электропривода;

$k_2 = 1.1 - 1.2$ - коэффициент допустимой мгновенной пульсации тока;

$\eta_{\text{ном}}$ - номинальный КПД электродвигателя;

$\cos \varphi$ - номинальный коэффициент мощности электродвигателя;

$U_{\text{л}}$ - линейное напряжение электродвигателя, В.

Ключи IGBT выбираются с постоянным (номинальным) током коллектора $I_C \geq I_{c\max}$. Выбираем модуль IGBT «CM50TF-12H» [4] с техническими характеристиками, представленными в таблице 5.

Таблица 5 - Технические характеристики IGBT «CM50TF-12H»

Максимальный ток коллектора		$U_{CE(SAT)}, \text{В}$	$R_{th(j-c)}, ^\circ\text{C}/\text{Вт}$	$U_{CE}, \text{В}$	Корпус
$I_C, \text{А, при } T_C = 25^\circ\text{C}$	$I_C, \text{А, при } T_C = 80^\circ\text{C}$				
45	30	2.1	1	600	SEMITOR 3

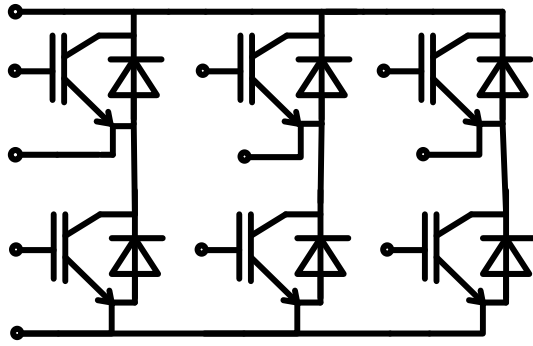


Рисунок 36- Схема IGBT модуля.

Определение потерь в инверторе при широтно-импульсной модуляции формирования синусоидального тока на выходе производится путём определения составляющих потерь IGBT: в проводящем состоянии, при коммутации, потери обратного диода.

Потери в IGBT в проводящем состоянии определяются из выражения:

$$P_{SS} = I_{CP} \cdot U_{CE(SAT)} \cdot \left(\frac{1}{8} + \frac{D}{3 \cdot \pi} \cdot \cos \theta \right) = \frac{25,638}{1.2} \cdot 2.1 \cdot \left(\frac{1}{8} + \frac{0.95}{3 \cdot \pi} \cdot 0.88 \right) = 9,588 \text{ Вт} \quad (14.38)$$

где $I_{CP} = \frac{I_{c \max}}{k_1}$ - максимальная амплитуда тока на входе инвертора, А;

$D = \frac{t_p}{T} \approx 0.95$ - максимальная скважность;

$\cos \theta \approx \cos \varphi$ - коэффициент мощности;

$U_{CE(SAT)}$ - прямое падение напряжения на IGBT в насыщенном состоянии при I_{CP} и $T_j = 125^\circ \text{C}$ (типичное значение $U_{CE(SAT)} = 2.1 - 2.2 \text{ В}$).

Потери IGBT при коммутации определяются из выражения:

$$P_{SW} = \frac{1}{\pi \cdot \sqrt{2}} \cdot \frac{(I_{CP} \cdot U_{CC}) \cdot (t_{C(on)} + t_{C(off)}) \cdot f_{SW}}{2} = \frac{1}{\pi \cdot \sqrt{2}} \cdot \frac{\left(\frac{25,638}{1.2} \cdot 513 \right) \cdot (0.3 + 0.7) \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 10^3}{2} = 6,167 \text{ Вт} \quad (14.39)$$

$$U_{CC} = k_{CXB} \cdot U_{BX} = 1.35 \cdot 380 = 513 \text{ В}$$

где $t_{C(on)}$, $t_{C(off)}$ - продолжительность переходных процессов по цепи коллектора IGBT на открывание $t_{C(on)}$ и закрывание $t_{C(off)}$ транзистора, с (типичное значение $t_{C(on)} = 0.3 - 0.4 \text{ мкс}$; $t_{C(off)} = 0.6 - 0.7 \text{ мкс}$);

U_{CC} - напряжение на коллекторе IGBT, В (коммутируемое напряжение, равное напряжению звена постоянного тока для системы АИН – ШИМ);

f_{SW} - частота коммутаций ключей, Гц (частота ШИМ), обычно от 5 до 15 кГц.

Суммарные потери IGBT составляют:

$$P_Q = P_{SW} + P_{SS} = 6,167 + 9,588 = 15,755 \text{ Вт} \quad (14.40)$$

Потери диода в проводящем состоянии определяются по выражению:

$$P_{DS} = I_{EP} \cdot U_{EC} \cdot \left(\frac{1}{8} + \frac{D}{3 \cdot \pi} \cdot \cos \theta \right) = \frac{25,638}{1.2} \cdot 2 \cdot \left(\frac{1}{8} + \frac{0.95}{3 \cdot \pi} \cdot 0.88 \right) = 9,132 \text{ Вт} \quad (14.41)$$

где $I_{EP} \approx I_{CP}$ - максимальная амплитуда тока через обратный диод, А;

U_{EC} - прямое падение напряжения на диоде (в проводящем состоянии) при I_{EP} , В.

Потери при восстановлении запирающих свойств диода определяется по выражению:

$$P_{DR} = \frac{1}{8} \cdot (I_{RR} \cdot U_{CC} \cdot t_{RR} \cdot f_{SW}) = \frac{1}{8} \cdot \left(\frac{25,638}{1.2} \cdot 513 \cdot 0.2 \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 10^3 \right) = 1,37 \text{ Вт} \quad (14.42)$$

где I_{RR} - амплитуда обратного тока через диод, А ($I_{RR} \approx I_{CP}$);

t_{RR} - продолжительность импульса обратного тока, с (типовое значение 0.2 мкс).

Суммарные потери диода равны:

$$P_D = P_{DR} + P_{DS} = 1,37 + 9,132 = 10,502 \text{ Вт} \quad (14.43)$$

Результирующие потери в IGBT с обратным диодом равны:

$$P_T = P_Q + P_D = 15,755 + 10,502 = 26,257 \text{ Вт} \quad (14.44)$$

На основании полученных данных по результирующим потерям производится расчёт параметров теплового расчёта инвертора, в ходе которого определяются необходимый тип и геометрические размеры охладителя для инвертора, а также проводится проверка тепловых режимов работы кристаллов IGBT и обратного диода.

Максимально допустимое переходное сопротивление охладитель – окружающая среда $R_{th(f-a)}$, $^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$, в расчете на модуль IGBT/FWD (транзистор/обратный диод) равны:

$$R_{th(f-a)} \leq \frac{T_C - T_A}{P_T} - R_{th(c-f)}$$

$$0.04 \leq \frac{100 - 45}{26,257} - 0,5 = 1,595 \quad (14.45)$$

где $T_A = 45-50^{\circ}\text{C}$ – температура охлаждающего воздуха;

$T_C = 90-110^{\circ}\text{C}$ – температура теплопроводящей пластины;

P_T – суммарная мощность, Вт, рассеиваемая одной парой IGBT/FWD;

$R_{th(c-f)}$ – термическое переходное сопротивление корпус – поверхность теплопроводящей пластины модуля в расчете на одну пару IGBT/FWD, $^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$.

Температура кристалла IGBT, $^{\circ}\text{C}$, определяется по формуле:

$$T_{ja} = T_C + P_Q \cdot R_{th(j-c)q} \quad (14.46)$$

где $R_{th(j-c)q}$ – термическое переходное сопротивление кристалл корпус для IGBT части модуля, $^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$, при этом должно выполняться условие $T_{ja} < 125^{\circ}\text{C}$.

Температура кристалла обратного диода FWD, $^{\circ}\text{C}$ определяется по формуле: $T_{jd} = T_C + P_D \cdot R_{th(j-c)d}$ (14.47)

где $R_{th(j-c)d}$ – термическое переходное сопротивление кристалл корпус для FWD части модуля, $^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$, обязательно должно выполняться условие $T_{jd} < 125^{\circ}\text{C}$.

Если $T_{jd} > 125^{\circ}\text{C}$ либо очень близко к этому значению, то требуется улучшить теплоотдачу за счет использования охладителя с меньшим значением сопротивления $R_{th(f-a)}$, а именно, задавшись меньшей температурой корпуса T_C .

13.4.2. Расчёт выпрямителя

Среднее выпрямленное напряжение:

$$U_d = k_{с.н.} \cdot U_{л} = 1.35 \cdot 380 = 513 \text{ В} \quad (14.48)$$

$k_{с.н.}$ - коэффициент схемы для номинальной нагрузки;

$k_{с.н.}=1.35$ для трехфазной мостовой схемы.

Максимальное значение среднего выпрямленного тока:

$$I_{dm} = \frac{\sqrt{3} \cdot \left(\frac{I_{сmax}}{\sqrt{2}}\right) \cdot U_{л} \cdot \cos \varphi + n \cdot P_T}{U_d} = \frac{\sqrt{3} \cdot \left(\frac{25,638}{\sqrt{2}}\right) \cdot 380 \cdot 0.88 + 3 \cdot 26,257}{513} = 20,622 \text{ A} \quad (14.49)$$

n - количество пар IGBT/FWD в инверторе.

Максимальный рабочий ток диода:

$$I_{Vmax} = k_{cc} \cdot I_{dm} = 1.045 \cdot 20,622 = 21,55 \text{ A} \quad (14.50)$$

$k_{cc}=1.045$ - для мостовой трехфазной схемы при оптимальных параметрах Г-образного LC-фильтра.

Максимальное обратное напряжение тиристора:

$$U_{Vmax} = k_{з.н.} \cdot \sqrt{2} \cdot U_{л} \cdot k_{с.н.} \cdot k_c + \Delta U_n = 1.15 \cdot \sqrt{2} \cdot 380 \cdot 1.35 \cdot 1.1 + 100 = 780 \text{ B} \quad (14.51)$$

где $k_c \geq 1.1$ - коэффициент допустимого повышения напряжения сети; $k_{з.н.} \geq 1.15$

- коэффициент запаса по напряжению;

$\Delta U_n \approx 100 \div 150 \text{ B}$ - запас на коммутационные выбросы напряжения в звене постоянного тока.

Тиристоры выбираются по постоянному рабочему току (не менее I_{Vmax}) и по классу напряжения (не менее $U_{Vmax} / 100$)

По вышеуказанным требованиям к аппаратуре производится выбор диодов, например SKKD46 [4], параметры приведены в таб. 6.

Таблица 6 - Параметры диода серии SKKD46

$I_{ПРСР}, \text{ A}$	$U_{VОБРmax}, \text{ B}$	$R_{th(j-c)}, \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{Bm}}$	$R_{th(c-s)}, \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{Bm}}$	$T_{jmax}, ^{\circ}\text{C}$
46	800	0,6	0,2	125

$U_{VОБРmax}, \text{ B}$ - повторяющееся импульсное обратное напряжение.

Расчет потерь в выпрямителе для установившегося режима работы ЭП:

$$P_{DV} = m_V \cdot k_{CS} \cdot (U_j + R_{on} \cdot \frac{I_{dm}}{k_1}) \cdot \frac{I_{dm}}{k_1} = 6 \cdot 0,577 \cdot 1 \cdot \frac{26,257}{1,2} = 75,751 \text{ Вт} \quad (14.52)$$

где $k_{CS} = 0.577$ - для мостовой трехфазной схемы;

R_{on} - динамическое сопротивление полупроводникового прибора в проводящем состоянии, Ом; U_j - прямое падение напряжения, В, на полупроводниковом приборе при токе 50 мА ($U_j + R_{on} \cdot \frac{I_{dm}}{k_1} \leq 1 \text{ В}$ для диода; m_V - число полупроводниковых приборов в схеме.

Максимально допустимое переходное сопротивление охладитель – окружающая среда в расчете на выпрямитель:

$$R_{th(f-a)} \leq \frac{T_C - T_A}{P_{DV}} - R_{th(c-f)} \quad R_{th(f-a)} \leq \frac{110 - 45}{75,751} - 0,2 = 0,658 \quad (14.53)$$

где $R_{th(c-f)}$ - термическое переходное сопротивление корпус – поверхность теплопроводящей пластины модуля, °С/Вт.

Температура кристалла:

$$T_{jDV} = T_C + \frac{P_{DV}}{n_D} \cdot R_{th(j-c)DV} = 110 + \frac{75,751}{6} \cdot 0,6 = 117,575 \text{ °С} \quad (14.54)$$

где $R_{th(j-c)DV}$ - термическое переходное сопротивление кристалл – корпус для одного полупроводникового прибора модуля, °С/Вт; n_D - количество полупроводниковых приборов в модуле.

Условие $117,575 \text{ °С} \leq 125 \text{ °С}$ выполняется, следовательно, выбранный тиристор выбран верно.

13.4.3. Расчёт параметров охладителя

Для расчета параметров охладителя необходимо предварительно определяем требуемое суммарное переходное тепловое сопротивление «охладитель – окружающая среда». Предварительный расчёт определяется из суммарной мощности, выделяемой всеми устанавливаемыми на данный охладитель силовыми

полупроводниковыми приборами (модулями).

При установке модулей (выпрямитель, инвертор) на один общий охладитель расчётное тепловое сопротивление определяется аналогично суммарному сопротивлению при параллельном включении резисторов. Примерный расчёт параметров проводится по формуле:

$$R_{th(f-a)} = \frac{R_{th(f-a)1} \cdot R_{th(f-a)2}}{R_{th(f-a)1} + R_{th(f-a)2}} \quad (14.55)$$

Исходя из мощности инвертора, не превышающее значение до 55 кВт, необходимо произвести установку всех приборов на один охладитель. Главным критерием для установки 2-х и более охладителей является длина требуемого профиля охладителя. Для эффективного использования поверхности профиля охладителя должна составлять не более 1 м.

Расчет параметров охладителя для модуля IGBT/FWD:

Геометрические параметры охладителя:

$$d = 0.1 \text{ м}; \quad b = 0.1 \text{ м}; \quad h = 0.025 \text{ м}; \quad c = 0.002 \text{ м};$$

$$m = 20; \quad T_C = 100^\circ \text{C}; \quad T_A = 45^\circ \text{C}; \quad F_{rad} = 1$$

Площадь охладителя (рисунок 5), применяемого в рассматриваемом ПЧ, участвующая в излучении тепла, определяется по формуле:

$$A_{rad} = 2d \cdot (b + h) = 2 \cdot 0.35 \cdot (0.425 + 0.005) = 0.301 \text{ мм}^2, \quad (14.56)$$

где d, b, h - габаритные размеры профиля.

Площадь данного охладителя, участвующая в конвекции:

$$A_{conv} = 2d \cdot (b + m \cdot (h - c)) = 2 \cdot 0.1 \cdot (0.1 + 20 \cdot (0.025 - 0.002)) = 0.112 \text{ мм}^2,$$

где m – число ребер.

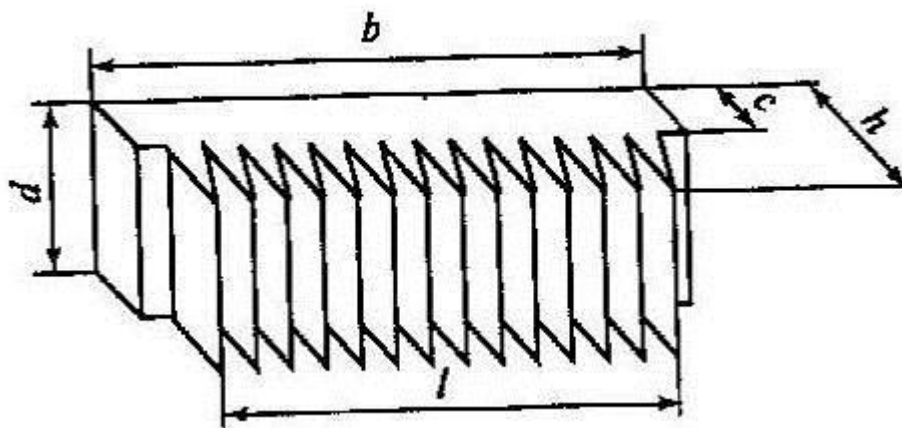


Рисунок 37 - Охладитель (ребенка).

Переходное сопротивление излученного тепла:

$$R_{Qrad} = \frac{\Delta T}{5.1 \cdot E \cdot A_{rad} \left[\left(\frac{T_C}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_A}{100} \right)^4 \right]} = \frac{65}{5.1 \cdot 0.8 \cdot 0.301 \cdot \left[\left(\frac{110}{100} \right)^4 - \left(\frac{45}{100} \right)^4 \right]} = 37,192 \text{ } ^\circ\text{C/Bm}, \quad (14.57)$$

где T_C - температура поверхности охладителя, К; T_A - температура окружающего воздуха, К;

$\Delta T = T_C - T_A$; E - коэффициент излучения поверхности ($E = 0.8$ для алюминия).

Переходное температурное сопротивление теплопередачи конвекцией (при $d < 1$ м):

$$R_{Qconv} = \frac{1}{1.34 \cdot A_{conv} \cdot F_{red}} \left(\frac{d}{\Delta T} \right)^{0.25} = \frac{1}{1.34 \cdot 0.112 \cdot 1} \left(\frac{0.1}{65} \right)^{0.25} = 1.32 \text{ } ^\circ\text{C/Bm}, \quad (14.58)$$

где F_{red} - коэффициент ухудшения теплоотдачи (конвекции) при расстоянии между ребрами охладителя 20 мм и менее.

Переходное температурное сопротивление «охладитель – окружающая среда» при естественном охлаждении:

$$R_{th(f-a)} = \frac{R_{Qrad} \cdot R_{Qconv}}{R_{Qrad} + R_{Qconv}} = \frac{37,192 \cdot 1,32}{37,192 + 1,32} = 1,275 \text{ } ^\circ\text{C/Bm} \quad (14.59)$$

Таким образом, рассчитанный охладитель обладает переходным термическим сопротивлением $R_{th(f-a)} = 1,275 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Bm}$.

13.4.4. Расчёт параметров охладителя для выпрямителя

Для охлаждения силовых диодов используем 2 шт. охладителя: 1-й – для анодной группы диодов, и 2-й – для катодной группы диодов.

Расчет параметров охладителей для выпрямителя аналогичен расчету параметров охладителя инвертора.

Геометрические параметры охладителя:

$$d = 0.22 \text{ м}; \quad b = 0.22 \text{ м}; \quad h = 0.02 \text{ м}; \quad c = 0.002 \text{ м};$$

$$m = 20; \quad T_C = 110 \text{ } ^\circ\text{C}; \quad T_A = 45 \text{ } ^\circ\text{C}; \quad F_{rad} = 1$$

$$A_{rad} = 2d \cdot (b + h) = 2 \cdot 0.1 \cdot (0.22 + 0.05) = 0.119 \text{ мм}^2, \quad (14.60)$$

$$A_{conv} = 2d \cdot (b + m \cdot (h - c)) = 2 \cdot 0.22 \cdot (0.22 + 20 \cdot (0.05 - 0.002)) = 0.519 \text{ мм}^2,$$

$$R_{Qrad} = \frac{\Delta T}{5.1 \cdot E \cdot A_{rad} \left[\left(\frac{T_C}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_A}{100} \right)^4 \right]} = \frac{65}{5.1 \cdot 0.8 \cdot 0.119 \cdot \left[\left(\frac{110}{100} \right)^4 - \left(\frac{45}{100} \right)^4 \right]} = 94,075 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Bm} \quad (14.61)$$

$$R_{Qconv} = \frac{1}{1.34 \cdot A_{conv} \cdot F_{red}} \left(\frac{d}{\Delta T} \right)^{0.25} = \frac{1}{1.34 \cdot 0.34 \cdot 1} \left(\frac{0.22}{65} \right)^{0.25} = 0.347 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Bm} \quad (14.62)$$

$$R_{th(f-a)} = \frac{R_{Qrad} \cdot R_{Qconv}}{R_{Qrad} + R_{Qconv}} = \frac{94,075 \cdot 0,347}{94,075 + 0,347} = 0,346 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Bm} \quad (14.63)$$

Таким образом, рассчитанный охладитель обладает переходным термическим сопротивлением $R_{th(f-a)} = 0,346 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Bm}$.

13.4.5. Расчёт фильтра

Коэффициент пульсаций на входе фильтра (соотношение значения амплитуды напряжения к среднему значению напряжения):

$$q_{1BX} = \frac{2}{m^2 - 1} = \frac{2}{6^2 - 1} = 0.057 \quad (14.64)$$

где $m=6$ пульсность схемы выпрямления для трехфазной мостовой схемы.

Расчёт параметра сглаживания LC-фильтра:

$$L_0 \cdot C_0 = \frac{S+1}{(2\pi \cdot m \cdot f_s)^2} = \frac{3+1}{(2\pi \cdot 6 \cdot 30)^2} = 3,127 \cdot 10^{-6} \text{ Гн} \cdot \Phi \quad (14.65)$$

где $S = \frac{q_{1BX}}{q_{1BBLX}}$ - коэффициент сглаживания по первой гармонике (значения коэффициента сглаживания лежат в диапазоне от 3 до 12, принимаем в расчёте значение 3);

$f_s=30$ - минимальная частота ПЧ, Гц.

Индуктивность дросселя LC – фильтра для обеспечения коэффициента мощности на входе выпрямителя $K_M = 0.95$ определяется из следующих условий:

$$L_0 \geq 3 \cdot L_{0\min} = 3 \cdot \frac{0,013 \cdot U_{\text{л}}}{2\pi \cdot f_s \cdot I_d} = 3 \cdot \frac{0,013 \cdot 380}{2 \cdot 3,14 \cdot 30 \cdot 20,622} = 1,472 \text{ мГн} \quad (14.66)$$

где I_d - номинальный средний ток звена постоянного тока.

По результатам расчётов производится выбор 2-х штук дросселей «ДС-32/0,75 УХЛ4» с индуктивностью $L_{0\min}=0.75 \text{ мГн}$ и номинальным током $I_n=32 \text{ А}$, соединённых последовательно.

Итого полученная суммарная индуктивность $L_0=1,5 \text{ мГн}$.

$$\text{Амплитуда тока в фазе двигателя: } L_{sm1} = \sqrt{2} \cdot I_{1n} = \sqrt{2} \cdot 10,721 = 15,162 \text{ А} \quad (14.67)$$

Емкость конденсаторов, необходимая для протекания реактивного тока нагрузки инвертора, находится из выражения:

$$C_0 = \frac{\sqrt{3} \cdot I_{sm1} \cdot \sin^2(\frac{\varphi_1}{2} - \frac{\pi}{12})}{2 \cdot U_d \cdot f_{sw} \cdot q_{1\text{ex}}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 15,162 \cdot \sin^2(\frac{0,495}{2} - \frac{\pi}{12})}{2 \cdot 513 \cdot 10000 \cdot 0.057} = 9,981 \cdot 10^{-9} = 9,981 \text{ нФ} \quad (14.68)$$

где q_1 - коэффициент пульсаций; f_{sw} - частота ШИМ, Гц.

φ_1 - угол сдвига между первой гармоникой фазного напряжения и фазного тока;

где $\varphi_1 = \arccos(\cos \varphi) = 0,495$.

По результатам расчётов производится выбор конденсатора «K50-35 10 пФ х 63В». Для получения необходимого рабочего напряжения необходимо соединить 9 шт. конденсаторов последовательно.

Амплитуда тока, протекающего через конденсаторы фильтра на частоте пульсаций выпрямленного тока (по первой гармонике):

$$I_{c0m} = q_{lax} \cdot U_d \cdot 2\pi \cdot m \cdot f_{SW} \cdot C_0 = 0,057 \cdot 513 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 6 \cdot 10^4 \cdot 10^{-8} = 1,102 \text{ A} \quad (14.69)$$

13.4.6. Расчёт снаббера

Так как IGBT коммутируется с высокой скоростью, то напряжение U_{CE} будет быстро возрастать, особенно при запираании транзистора, и может достигнуть критического значения, которое может вызвать пробой коллектора либо затвора транзистора. В целях минимизации превышения напряжения и предотвращения аварий IGBT, требуется установка демпфирующей цепи (снаббера).

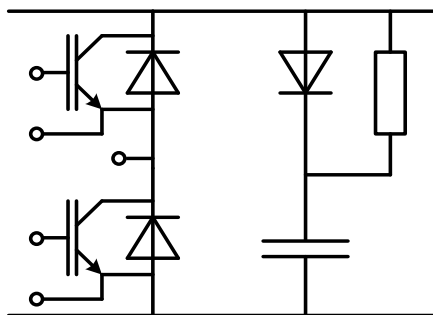


Рисунок 38 - Схема снаббера.

Особенностями вышеуказанной схемы снаббера являются малое число элементов, низкие потери мощности, он подходит для конденсаторов средней и малой емкостей. Сопротивление резистора зависит от емкости конденсатора C и частоты коммутации IGBT f_{SW} .

Расчетная формула для выбора мощности резистора цепи снаббера имеет следующий вид:

$$P = 0,5 \cdot C_{sn} \cdot \Delta U^2 \cdot f_{SW} = 0,5 \cdot 1 \cdot 10^{-6} \cdot 60 \cdot 10000 = 0,3 \text{ Вт} \quad (14.70)$$

ΔU_m^2 – перенапряжение, В.

$C_{sn} = 1 \text{ мкФ}$ – принятое значение емкости снаббера, исходя из величины тока, коммутируемого транзистором IGBT $I_{c\text{max}} = 25,638 \text{ А}$.

Стандартное значение емкости снаббера составляет 1 мкФ на 100 А.

Выбор сопротивления резистора производится из условия минимума колебаний тока коллектора при включении IGBT:

$$R \geq 2 \cdot \sqrt{\frac{L_{sn}}{C_{sn}}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{10^{-8}}{10^{-6}}} = 2 \text{ Ом} \quad (14.71)$$

где L_{SN} - индуктивность цепей снаббера, Гн, должна быть не более 10 нГн,

$C_{sn} = 1 \text{ мкФ}$ – емкость снаббера, Ф.

По величине мощности не менее 0,3 Вт и сопротивления 2 Ом производится выбор из стандартного ряда резистор «CF-50» (замена С1-4) 0,5Вт, 2 Ом, $\pm 5\%$.

Через диод снаббера протекает импульсный ток, который относительно равен отключаемому току коллектора, время его протекания составляет до 1 мкс. Диод для этих целей должен быть высокочастотным, при этом время восстановления запирающих свойств должно быть в диапазоне от $t_{\text{т}} = 0.3$ мкс и меньше.

По вышеуказанным требованиям производится выбор диод серии «2Д2990А» со следующими параметрами: $I_{\text{пр max}} = 20 \text{ А}$; $U_{\text{обр}} = 600 \text{ В}$; $t_{\text{восст}} = 0.15 \text{ мкс}$; $f_{\text{дон}} = 200 \text{ кГц}$ [4].

Для получения необходимого рабочего напряжения необходимо соединить 2 шт. диода «2Д2990А», включенных параллельно.

Значение $\Delta U'$ зависит от многих факторов, оно не должно превышать 60В. - $\Delta U'$ зависит от индуктивности L_1 проводов между электролитическим конденсатором и снаббером (значение L_1 должно быть 50 нГн или менее);

- $\Delta U'$ существенно зависит от индуктивности L_2 цепей снаббера (значение L_2 должно быть 10 нГн или менее);

- $\Delta U'$ незначительно зависит от сопротивления резистора R_g на входе затвора и от температуры;

- $\Delta U'$ не определяется емкостью снаббера.

Следовательно, для ограничения $\Delta U'$ важно ограничить индуктивности L_1 и L_2 путем уменьшения длины проводов и их бифилярного монтажа.

Значение ёмкости конденсатора снаббера непосредственно определяется $\Delta U'$ - напряжением второго броска, который не должен превышать 25 В.

Выражение для расчета данной ёмкости:

$$C \approx L_1 \cdot \left(\frac{I_c}{\Delta U'}\right)^2 = 50 \cdot 10^{-9} \cdot \left(\frac{25,638}{25}\right)^2 = 52,58 \text{ нФ} \quad (14.72)$$

где L_1 – индуктивность проводов между конденсатором и IGBT – модулем;
 I_c – отключаемый ток.

Таким образом, выбираем конденсаторы пленочные типа К78-2 со следующими параметрами: $C=18$ нФ, $U=1600$ В. При соединении параллельно 3 шт. конденсаторов с ёмкостью по 18 нФ получается общая емкость в 54 нФ, что наиболее точно соответствует требуемым параметрам – не менее 52,58нФ.

13.5. ВЫБОР МАГНИТНОГО ПУСКАТЕЛЯ

Непосредственное включение противодымной вентиляции производится подачей питающего напряжения через магнитные пускатели на соответствующие электродвигатели (вытяжной вентилятор и приточный вентилятор подпора свежего воздуха). Команда на их подключение (замыкание управляющих контактов на магнитном пускателе) при поступлении сигнала «Пожар» поступает с релейных модулей из ПКМ «Астра-PRO», либо так же имеется возможность их ручного запуска непосредственно на панели управления магнитного пускателя.

Для выбора типа магнитного пускателя необходимо учитывать параметры номинального и пускового тока ранее выбранного двигателя типа АИР100L2 с номинальной мощностью $P_H = 5,5 \text{ кВт}$ [22]:

Номинальное фазное напряжение:

$$U_{1.\phi н} = \frac{U_{1\phi н}}{\sqrt{3}} = \frac{380}{\sqrt{3}} = 220 \text{ В}. \quad (14.73)$$

Номинальный ток статора (потребляемый ток из сети при номинальном режиме работы двигателя):

$$I_{1н} = \frac{P_{дв.н}}{3 \cdot U_{1н} \cdot \cos \varphi \cdot \eta_n} = \frac{5500}{3 \cdot 220 \cdot 0,88 \cdot 0,88} = 10,761 \text{ А} \quad (14.74)$$

Максимальный потребляемый ток двигателя при прямом пуске:

$$I_{пуск} = I_{1макс} = k_{идв} \cdot I_{1н} = 7,5 \cdot 10,761 = 80,708 \text{ А} \quad (14.75)$$

Ударный пусковой ток двигателя (амплитудное значение):

$$\begin{aligned} i_{уд.н} &= (1,2 \div 1,4) \cdot \sqrt{2} \cdot I_{пуск}, \text{ принимаем} \\ i_{уд.н} &= 1,3 \cdot \sqrt{2} \cdot I_{пуск} = 1,3 \cdot \sqrt{2} \cdot 80,708 = 148,38 \text{ А} \end{aligned} \quad (14.76)$$

По полученным данным и по основным техническим параметрам производится выбор магнитного пускателя со встроенным тепловым реле – типа «ПМЛ -1230Д УХЛ4Б»[24, табл.3.2]. Параметры пускателя: номинальный ток 16 А, номинальная мощность 7,5 кВт, ток установки теплового реле 12А-18А, номинальное рабочее напряжение 220В/380В.

Согласно справочным данным в категории применения АС – 3 магнитный пускатель должен включать в нормальном режиме коммутации ток:

$$I_{0н} = 6 \cdot I_{ном.р} \geq I_{пуск}, \text{ а в режиме редких коммутаций: } I_{0уд} = 10 \cdot I_{ном.р} \geq i_{уд.н}.$$

Эти условия в пускателе полностью выполняются, так как:

$$I_{0н} = 6 \cdot I_{ном.р} = 6 \cdot 16 = 96 \text{ А} \geq I_{пуск} = 80,708 \text{ А} \quad (14.77)$$

$$I_{0уд} = 10 \cdot I_{ном.р} = 10 \cdot 16 = 160 \text{ А} \geq i_{уд.н} = 148,38 \text{ А} \quad (14.78)$$

Конструкция магнитного пускателя «ПМЛ -1230Д УХЛ4Б» выполнена в закрытом корпусе, степень защиты IP54(защищено от попаданий пыли и брызг воды) с кнопками «ПУСК», «СТОП» и сигнальной лампой, с номинальным током 16А, применение в умеренно-холодном климате.

14. СВОДНАЯ ВЕДОМОСТЬ РАСЧЁТА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК СЕТИ РЕЗЕРВНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ БАНКА

Порядок проведения расчётов электрических нагрузок электропотребителей 1-й категории по средней мощности и коэффициенту максимума (методом упорядоченных диаграмм), применяемый в данной работе, определён в учебной литературе [30, стр.65-73],

Начало расчётов проводится с разбиения всех электроприёмников по расчетным узлам, затем в каждом узле электроприемники разбиваются на соответствующие подгруппы с относительно равными $K_{и}$ - коэффициентами использования и $\cos\varphi$ –мощности. Данные ЭП распределяются по характерным подгруппам (А или Б) при следующих условиях: группа А - ЭП с переменным графиком работы нагрузки, где коэффициент использования составляет $K_{и} < 0,6$; группа Б – ЭП с постоянным графиком нагрузки, где коэффициент использования составляет $K_{и} \geq 0,6$. Значения полученных расчетных значений: активной мощности P_R , реактивной мощности Q_R , полной мощности S_R , расчетных и пиковых токов I_R позволяют определить необходимые параметры приборов защиты и коммутации (провести выбор номиналов элементов АВР), сечений питающих кабелей.

Сводная ведомость расчета электрических нагрузок линий резервного электропитания банка указана в Приложение 3.

15. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Данный раздел работы посвящен определению экономических показателей проектирования комплексной системы резервного электропитания коммерческого банка, с точки зрения ресурсоэффективности. Объектом проектирования является разработка схемы электропитания (на базе коммерческого банка ПАО «Томскпромстройбанк») приёмников 1-й категории энергоснабжения с резервированием от 2-х отдельных вводов электропитания, с дополнительной установкой резервного генератора. Выполнение этих мероприятий обеспечивается исполнением следующих рабочих задач: определение выбора и типов по конкурентоспособности типа источника резервного электропитания, планирование работ в рамках данного научного исследования, формирование бюджета на проектирование, капитальные затраты в рамках установки источников резервного электропитания.

15.1. Анализ конкурентных технических решений

Анализ основан на сравнении и оценки сильных и слабых сторон у рассматриваемых генераторов резервного электроснабжения на дизельном или бензиновом топливе, позволяет наиболее обосновано выбрать тип генератора резервного электропитания для дальнейшего проектирования. Наиболее часто один вариант не может сразу обладать в высшей степени всеми техническими и экономическими показателями, поэтому данный анализ позволяет выбрать тот вариант, который в целом обладает наивысшей конкурентоспособностью[34].

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i = 0,45 \cdot 5 = 2,25 \quad (15.1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений выбора между 2-я видами генераторов: дизельным и бензиновым, представлена в таб. 7.

Таблица 7 – Оценочная карта конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкуперентоспособность	
		Дизельное	Бензиновое	Дизельное	Бензиновое
1	2	3	4	5	6
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
КПД	0,45	5	4	2,25	1,8
Расход топлива	0,15	4	3	0,6	0,45
Шум	0,08	5	3	0,4	0,24
Надежность	0,12	4	3	0,48	0,36
Устойчивость к низким температурам	0,04	3	5	0,12	0,2
Экономические критерии оценки эффективности					
Габариты	0,04	5	3	0,2	0,12
Цена	0,02	3	5	0,06	0,1
Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	5	4	0,5	0,4
Итого	1	32	30	4,61	3,67

В результате сравнения конкурентных технических решений (согласно данным по таб.6.1) наибольшим преимуществом обладает установка дизельного генератора по следующим основным показателям: больше ресурс работы генератора, меньший расход топлива, высокий КПД, более высокая цена в начале эксплуатации, далее в результате большего срока эксплуатации является более эффективной, чем стоимость бензинового аналога, так же высокая надёжность оборудования является определяющим фактором для организации бесперебойного резервного электропитания коммерческого банка.

15.2. Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект. По своему

содержанию данный инструмент близок к методике оценки конкурентных технических решений, описанных в предыдущем разделе.

В основе технологии QuaD лежит нахождение средневзвешенной величины следующих групп показателей:

- 1) показатели оценки коммерческого потенциала разработки;
- 2) показатели оценки качества разработки.

Для упрощения процедуры проведения QuaD рекомендуется оценку проводить в табличной форме (см. табл.7 и табл.8). В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по сто-балльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная[34].

Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять ровно 1.

Таблица 8 – Оценка дизельного типа генератора по технологии QuaD

Критерий	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
1. Энергоэффективность	0,15	100	100	1	0,15
2. Надёжность	0,2	100	100	1	0,2
3. Унифицированность	0,05	100	100	1	0,05
4. Простота монтажа	0,05	40	100	0,4	0,02
5. Безопасность	0,2	100	100	1	0,2
6. Расход материалов	0,05	30	100	0,3	0,015
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
7. Конкурентоспособность	0,1	85	100	0,85	0,085
8. Перспективность	0,1	80	100	0,8	0,056
9. Цена	0,1	40	100	0,4	0,04
Итого	1	675	-	6,55	0,816

Таблица 9 – Оценка бензинового типа генератора по технологии QuaD

Критерий	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
1. Энергоэффективность	0,15	60	100	0,6	0,09
2. Надёжность	0,2	60	100	0,6	0,12
3. Унифицированность	0,05	70	100	0,7	0,035
4. Простота монтажа	0,05	100	100	1	0,05
5. Безопасность	0,2	40	100	0,4	0,08
6. Расход материалов	0,05	70	100	0,7	0,035
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
7. Конкурентоспособность	0,1	95	100	0,95	0,095
8. Перспективность	0,1	90	100	0,9	0,063
9. Цена	0,1	60	100	0,6	0,06
Итого	1	765	-	6,45	0,628

Оценка качества и перспективности исследуемого варианта по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot B_i;$$

где P_{cp} – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности;

B_i – вес показателя (в долях единицы); B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Значение P_{cp} позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Если значение показателя P_{cp} получилось:

- от 100 до 80, то такая разработка считается перспективной;
- от 79 до 60 – то перспективность выше среднего;
- от 69 до 40 – то перспективность средняя;
- от 39 до 20 – то перспективность ниже среднего;
- 19 и ниже – то перспективность крайне низкая.

В нашем случае имеем, что $P_{cp} = 0,816 \cdot 100\% = 81,6\%$, что показывает перспективность работы в данном направлении.

15.3. SWOT-анализ схемы электроснабжения

SWOT-анализ является инструментом стратегического менеджмента. Представляет собой комплексное исследование технического проекта. Для проведения SWOT-анализа составляется матрица SWOT, в которую записываются слабые и сильные стороны проекта, а также возможности и угрозы[38]. Матрица SWOT приведена в таблице 10

Таблица 10 – Матрица SWOT

	Сильные стороны проекта: С1. Высокая энергоэффективность и энергосбережение технологии. С2. Экологичность технологии. С3. Квалифицированный персонал. С4. Повышение безопасности производства С5. Уменьшение затрат на ремонт оборудования	Слабые стороны проекта: Сл1. Трудность монтажа системы Сл2. Дороговизна оборудования Сл3. Высокая техническая ответственность электрооборудования Сл4. Сложность эксплуатации электрооборудования
Возможности: В1. Увеличение производительности электрооборудования В2. Появление дополнительной автоматизированной системы управления структуры электроснабжения В3. Снижение тарифных ставок на электроэнергию В4. Появление более простых универсальных электрических и конструктивных систем электропитания сети	В1С1С2С3С4; В2С1;С4;С5; В3С5; В4С1С2С5;	В1Сл3;Сл4; В2Сл1Сл2;Сл4 В3Сл2; В4Сл1; Сл3;Сл2;Сл4
Угрозы: У1. Пробой изоляции и диэлектрических частей оборудования и проводов У2. Катастрофы природного и техногенного характера У3. Введения дополнительных государственных требований к стандартизации и сертификации энергоснабжения предприятий У4. Угрозы выхода из строя сложного энергоемкого оборудования	У1С3; У3С5;	У1Сл1Сл2; У3Сл1Сл2; У4Сл1. Сл3

При составлении матрицы SWOT использованы следующие обозначения:

С – сильные стороны проекта; Сл – слабые стороны проекта; В – возможности; У – угрозы.

Поскольку SWOT-анализ в общем виде не содержит экономических категорий, его можно применять к любым организациям, отдельным людям и странам для построения стратегий в самых различных областях деятельности. Применительно к проектируемой СЭС уровня, SWOT-анализ позволит оценить сильные и слабые стороны проекта, а также его возможности и угрозы.

На основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надежность его реализации.

Составляя интерактивные матрицы используются обозначения аналогичные самой матрицы SWOT с дополнением знаков (+,-) для подробного представления наличия возможностей и угроз проекта («+» – сильное соответствие; «-» – слабое соответствие). Далее (в табл. 11 и табл. 12) приведен анализ данных, по которым можно сказать, что сильных сторон у проекта значительно больше, чем слабых.

Кроме того, угрозы имеют низкие вероятности, что говорит о высокой надежности проекта.

Таблица 11 – Интерактивная матрица возможностей

Возможности	Сильные стороны проекта					
		С1	С2	С3	С4	С5
	В1	+	-	+	+	-
	В2	+	-	-	+	+
	В3	-	-	-	-	+
	В4	+	+	+	+	+
	Слабые стороны проекта					
		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	-
	В1	-	-	+	-	
	В2	+	+	-	+	
	В3	-	+	-	-	
	В4	+	+	+	-	

В процессе проектирования системы электроснабжения коммерческого банка инженер нацелен на проектирование с возможно большим внедрением сильных сторон. Это влияет, прежде всего, на качество и востребованность спроектированной системы электроснабжения, что немало важно для потребителей.

Таблица 12 – Интерактивная матрица угроз

Угрозы	Сильные стороны проекта					
		C1	C2	C3	C4	C5
	Y1	-	-	+	-	-
	Y2	+	-	-	+	-
	Y3	-	-	-	-	+
	Y4	+	+	+	-	+
	Слабые стороны проекта					
		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	-
	Y1	+	+	-	-	
	Y2	-	-	+	+	
	Y3	+	+	-	-	
	Y4	-		-	+	

В результате проведения SWOT-анализа были выявлены сильные и слабые стороны выбора технического проекта, проведена оценка надежности и возможностей данного проекта.

Было установлено, что технический проект имеет несколько важных преимуществ (высокая энергоэффективность, повышенная безопасность производства), обеспечивающих повышение производительности, безопасности, экологичности и экономичности технического производства.

Также в нашем проекте присутствуют и слабые стороны. Одним из таких является трудность монтажа системы, что является большим минусом при реализации проекта. Для того составляются интерактивные матрицы возможностей и угроз.

Анализ интерактивных матриц, показывает соответствие сильных сторон с возможностями, нежели с угрозами. Кроме того, угрозы имеют низкие вероятности, что говорит о высокой надежности проекта.

16. ПЛАНИРОВАНИЕ РАБОТ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ

16.1. Структура работ в рамках планирования

Порядок этапов и работ, распределение исполнителей по этим видам работ приведен в таблице 13.

Таблица 13 – План разработки выполнения этапов проекта

№ работ	Вид работ	Содержание работ	Исполнитель
1.	Разработка технического задания	Составление и утверждение технического задания	Руководитель проекта
2.	Выбор направления исследования	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
3.		Выбор направления исследований	Инженер
4.		Календарное планирование работ по теме	Руководитель проекта
5.	Теоретические исследования	Проведение предварительных расчетов и обоснований	Инженер
6.		Расчёт АВР, выключателей	Инженер
7.		Выбор генератора	Инженер
8.		Выбор РИП, ИВЭП	Инженер
9.		Выбор автоматических выключателей, силовых кабелей	Инженер
10.		Расчёт электродвигателя системы дымоудаления	Инженер
11.	Промежуточный контроль и оценка результатов	Оценка эффективности выбранных элементов	Руководитель
12.	Разработка технической документации и проектирование	Разработка системы автоматического резерва электроснабжения	Инженер
13.	Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Инженер
14.	Обобщение и оценка результатов	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель проекта

Для каждого типа запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей, при этом формируется группа, которая включает руководителя проекта и инженера. Решение о проектировании системы резервного электроснабжения принимается на основе технико-экономического обоснования (далее - ТЭО).

На основе утвержденного ТЭО заказчик заключает договор с проектной организацией на проектирование и выдает ей задание, которое содержит: ген-план коммерческого банка, расположение источника питания, сведения об электрических нагрузках, поэтажный план с указанием площадей помещений, размещения электроприемников в помещениях банка.

16.2. Определение трудоёмкости выполнения работ

Важным моментом является определение трудоемкости каждого из участников проекта. Сложность работы оценивается в человеко-днях и носит вероятностный характер. Для определения ожидаемой (средней) величины трудоемкости используется следующая формула:

$$t_{ож1} = \frac{3 \cdot t_{min1} + 2 \cdot t_{max1}}{5} = \frac{3 \cdot 2 + 2 \cdot 3}{5} = 2 \text{ дня.} \quad (16.1)$$

где $t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

t_{maxi} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.дней.

16.3. Разработка графика проведения проектирования

Наиболее удобным для построения графика проектирования работ является график в виде диаграммы Ганта. Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во

времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства составления графика продолжительность каждого из этапов работы с рабочих дней нужно перевести на календарные дни.

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1,22, \text{ где} \quad (16.2)$$

$T_{\text{кал}}$ – кол-во календарных дней в году; $T_{\text{вых}}$ – кол-во выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – кол-во праздничных дней в году.

Таблица 14 - Временные показатели проведения проектирования

Название работ	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}		Длительность работ в календарных днях T_{ki}	
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ожг}$, чел-дни					
	Руководитель проекта	Инженер	Руководитель проекта	Инженер	Руководитель проекта	Инженер	Руководитель проекта	Инженер	Руководитель проекта	Инженер
Составление и утверждение технического задания	2		3		2		2		2	
Подбор и изучение материалов по теме		8		10		9		9		11
Выбор направления исследований		7		12		9		9		11
Календарное планирование работ по теме	4		5		4		4		5	
Проведение предварительных расчетов и обоснований		8		12		10		10		12
Расчёт АВР, выключателей		2		5		3		3		4
Выбор генератора		3		5		4		4		5
Выбор РИП, ИВЭП		2		8		4		4		5
Выбор автоматических выключателей, силовых кабелей		4		10		6		6		7
Расчёт электродвигателя системы дымоудаления		5		9		7		7		9
Оценка эффективности выбранных элементов	4		6		5		5		6	
Разработка системы автоматического резерва электроснабжения	7		10		8		8		10	
Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	6		9		7		7		9	
Оценка эффективности полученных результатов	2		3		2		2		2	

Строим календарный план-график для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта (на основе табл. 14 с разбивкой по месяцам и декадам (периоды в 10 дней) за период времени дипломирования диаграмма Ганта приведена в Приложение 4).

На графике оранжевым цветом выделен период работы руководителя проекта, зелёным цветом – период работы инженера.

Итого длительность работ в календарных днях: у руководителя проекта равняется 15 дней, а у инженера - 83 дня.

16.4. Бюджет научно-технического исследования

В ходе оформления расчётов в бюджете НТИ необходимо обеспечить наиболее полное и достоверное отражение всех видов расходов, необходимых для его исполнения. В ходе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

16.4.1. Расчёт материальных затрат НТИ

В данную статью вносятся стоимости всех материалов, требуемых в ходе разработки проекта, т.к. выходными данными данного проекта является отчет по научной исследовательской работе. Для выполнения этих работ требуются следующие канцелярские принадлежности: бумага; картридж; ручка; папка; тетрадь.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_M = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi}, \quad (16.3)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования; $N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.); C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Величина коэффициента (k_T), отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д.

Так как все материалы приобретались у конечных распространителей (магазин канцелярский принадлежностей), транспортные расходы были уже учтены в их конечной стоимости.

В табл.15 приведены материальные ресурсы, которые были применены при выполнении работы.

Таблица 15 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, Z_M , руб.
Ручка	шт.	1	30	30
Тетрадь	шт.	1	50	50
Бумага	лист.	150	0,5	75
Картридж	шт.	1	2500	2500
Папка	шт.	1	22	22
Итого:				2677

Из затрат на материальные ресурсы, включаемых в себестоимость продукции, исключается стоимость возвратных отходов. С учетом того, что в ходе работ картридж был использован на 20%, а тетрадь была использована

только на 50%, то часть их стоимости должна быть вычтена из материальных затрат.

Тогда конечные затраты:

$$Z_{\text{Мконечн}} = Z_{\text{М}} - C_{\text{В.О.}} = 2677 - 2000 - 25 = 652 \text{ руб.} \quad (16.4)$$

16.4.2. Расчёт затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную статью вносится та часть затрат, которые связаны с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме. Определение стоимости данного специального оборудования производится по действующим прейскурантам либо по договорной цене.

В данной статье расходов на специальное оборудования так же учитываются и затраты на доставку и монтаж данного оборудования (установке) по ставке в размере 15% от их стоимости.

Все расчеты по приобретению специального оборудования, а так же оборудования, которое уже имеется в организации, но тоже используется для каждого исполнителя в данной работе, сводятся в таблице 16.

Таблица 16 – Расчет бюджета затрат на приобретение специального оборудования для научных работ

№	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс.руб
1	Пакет программного обеспечения «Microsoft Office»	1	2,75	2,75
2	Пакет программного обеспечения «MathCAD»	1	2,35	2,35
3	Пакет программного обеспечения «Visio»	1	1,45	1,45
Итого:				6,55

Величина материальных затрат на специальное оборудование составит:

$$Z_M = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_i = (1 + 0,15) \cdot 6,55 = 7532,50 \text{ руб.} \quad (16.5)$$

16.4.3. Основная заработная плата исполнителей

В расчётах затрат на данную статью включается основная заработная плата задействованных работников, так же рабочих мастерских и опытных производств, которые непосредственно участвуют в выполнении работ НТИ. Величина расходов по заработной плате каждого исполнителя определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада.

Заработная плата инженера-проектировщика определяется как:

$$Z_{\Pi} = Z_{осн} + Z_{доп}; \quad (16.6)$$

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата, составляет $0,15 \cdot Z_{осн}$;

Размер основной заработной платы определяется по формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p; \quad (16.7)$$

$Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата;

T_p – суммарная продолжительность работ, выполняемая научно-техническим работником в соответствии с таблицей 6.4.

Размер среднедневной заработной платы рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_M \cdot M}{F_{дн}}; \quad (16.8)$$

Z_M – месячный оклад научно-технического работника;

M – количество месяцев работы без отпуска ($M = 10,4$ для шестидневной рабочей недели и отпуске в 48 рабочих дней);

$F_{дн}$ – действительный годовой фонд научно технического персонала (определяется за вычетом выходных, праздничных и больничных дней).

Месячный оклад научно-технического работника определяется по формуле:

$$З_M = З_{TC} \cdot (1 + k_{np} + k_D) \cdot k_p; \quad (16.9)$$

$З_{TC}$ – заработная плата по тарифной ставке;

k_{np} – премиальный коэффициент, равный 30%;

k_D – коэффициент доплат и надбавок, составляет примерно 20%;

k_p – районный коэффициент, для Томска равен 1,3.

Размер заработной платы по тарифной ставке определяется по формуле:

$$З_{TC} = T_{ci} \cdot k_T;$$

T_{ci} – тарифная ставка работника (принимается равной тарифной ставке работника первого разряда т.е. $T_{ci} = 4330$ руб.);

k_T – тарифный коэффициент в зависимости от разряда (для шестого разряда $k_T = 1,407$).

С помощью представленных выше формул находим основную заработную плату:

$$З_{TC} = T_{ci} \cdot k_T = 4330 \cdot 1,407 = 6092 \text{ руб};$$

$$З_M = З_{TC} \cdot (1 + k_{np} + k_D) \cdot k_p = 6092 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 11879 \text{ руб};$$

$$З_{он} = \frac{З_M \cdot M}{F_D} = \frac{11879 \cdot 11,2}{365 - 118 - 24} = 596,6 \text{ руб};$$

$$З_{осн} = З_{он} \cdot T_p = 596,6 \cdot 83 = 49517,8 \text{ руб};$$

$$З_{II} = З_{осн} + З_{доп} = З_{осн} + 0,15 \cdot З_{осн} = 49517,8 + 0,15 \cdot 49517,8 = 56945,47 \text{ руб}.$$

Расчёт основной заработной платы руководителя происходит на основании отраслевой системы оплаты труда. Плановая нагрузка руководителя - 15 дней. Часовая ставка руководителя-профессора – 400 рублей.

С учётом этого, рассчитаем размер основной заработной платы руководителя НТИ:

$$С_{осн} = 15 \cdot 8 \cdot 400 = 48000 \text{ руб}$$

16.5. Отчисления во внебюджетные фонды

В затратах по данной статье отчислений отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников[37].

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}); \quad (16.10)$$

$k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2018 г. ставки страховых взносов составляют: обязательное пенсионное страхование – 20%, обязательное социальное страхование – 2,9%, обязательное медицинское страхование – 5,1%, размер страхового тарифа на обязательное социальное страхование от несчастных случаев и профзаболеваний по I классу – 0,2% (Федеральный закон от 24 июля 1998 года № 125-ФЗ), в сумме всего размеры страховых взносов составляют 30,2 %.

Таблица 17 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата
Инженер-проектировщик	49517,80	7427,67
Руководитель	48000	-
Коэффициент отчислений	0,302	
Итого	$З_{внеб} = 0,302 \cdot (4957,8 + 7427,67 + 48000) = 31693,53$ руб.	

16.6. Накладные расходы

В данной статье затрат на накладные расходы учитываются прочие затраты организации, которые не попали в предыдущие статьи расходов, а именно: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$З_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 - 4) \cdot k_{\text{нр}}; \quad (16.11)$$

$k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Тогда накладные расходы НТИ можно рассчитать, как:

$$З_{\text{накл}} = (652 + 7532,50 + 56945,47 + 48000 + 31693,53) \cdot 0,16 = 23171,76 \text{ руб.}$$

16.7. Формирование сметы затрат НТИ

На основании расчетов по общей величине затрат научно-исследовательского исследования соответственно формируется бюджета затрат на проект, который при формировании договора с заказчиком защищается разработчиками в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по выбранному варианту приведено в таблице 18.

Таблица 18 – Расчёт бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
Расчет материальных затрат НТИ	652,00
Расчет затрат на специальное оборудование	7532,50
Расчёт затрат на заработную плату инженера-проектировщика	56945,47
Расчёт затрат на заработную плату руководителя	48000,00
Расчёт затрат на отчисления во внебюджетные фонды	31693,53
Расчёт накладных расходов	23171,76
Бюджет затрат НТИ	167995,26

Как следует из расчётных показателей по табл. 18 основные затраты составляют затраты на заработную плату и на специальное оборудование для научных работ.

16.8. Определение ресурсоэффективности технического проекта

Определение ресурсоэффективности технического проекта можно оценить с помощью интегрального критерия ресурсоэффективности [31]:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i \quad (16.12)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент разработки;

b_i – балльная оценка разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

По результатам расчётных показателей оценочной карты, QUAD и SWOT анализов и интегрального финансового показателя соответственно следует вывод о том, что наиболее перспективным вариантом является проведение научно–технических исследований при помощи магистральной схемы.

Расчёт интегрального показателя ресурсоэффективности этого варианта проведения исследований приведён в таб. 19.

Таблица 19 – Определение интегрального показателя ресурсоэффективности наиболее перспективного варианта исследований.

Критерии	Весовой коэффициент	Дизельный	Бензиновый
1. Надёжность	0,25	5	3
2. Гибкость	0,25	2	4
3. Безопасность	0,15	5	2
4. Простота монтажа	0,10	3	4
5. Расход материала	0,10	4	5
6. Материальные затраты	0,15	5	3
Итого:	1,00	24	22
Показатель ресурсоэффективности	–	3,95	3,4

Пример расчёта показателя ресурсоэффективности системы резервного электропитания для дизельного типа генератора:

$$I_8 = 0,25 \cdot 5 + 0,25 \cdot 2 + 0,15 \cdot 5 + 0,1 \cdot 3 + 0,1 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 = 3,95. \quad (16.13)$$

Показатель ресурсоэффективности проекта имеет достаточно высокое значение (по 5-балльной шкале), что говорит об эффективности использования технического проекта.

17. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Трудовая деятельность людей связана с выполнением определённых операций или действий, при этом условия, в которых проходит эта деятельность, могут быть сопряжены с различными вредными либо опасными для жизни или здоровья факторами. В целях обеспечения нормальных условий для безопасной производственной и бытовой деятельности в государстве разработан целый комплекс мер, включающий в себя законодательные нормативные документы, правила, государственные стандарты. Обеспечение мероприятий по охране труда являет собой систему законодательных актов, социально-экономических, организационных, технических, гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

Мероприятия по созданию и аттестации рабочих мест в соответствии с соблюдением безопасных условий труда, обеспечению производственной санитарии, техники безопасности на рабочих местах и общих мер по охране здоровья трудящихся является приоритетным в деятельности государства и отражено во многих законодательных актах, соблюдение требований которых должно неукоснительно исполняться всеми, занятыми в трудовых отношениях.

В данной работе рассмотрено обеспечение требований по организации безопасной работы в помещениях коммерческого банка, в том числе включая технологические помещения, обеспечивающие непрерывность работы банка в целом, в том числе при масштабных, аварийных отключениях, перерывах в электроснабжении.

В целом, в помещениях банка имеется некоторое оборудование, при эксплуатации которого имеются опасные для жизни и вредные для физического здоровья человека факторы. В ходе эксплуатации этого оборудования необходимо неукоснительно и строго соблюдать технику безопасности, применять в своей работе различные меры для обеспечения безопасности рабочего персонала.

17.1. Производственная безопасность

17.1.1. Виды опасных и вредных факторов

Опасным производственным фактором называется такой производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме, острому отравлению или другому внезапному резкому ухудшению здоровья, или смерти. Вредный производственный фактор - производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях может привести к заболеванию, снижению работоспособности и (или) отрицательному влиянию на здоровье потомства. В зависимости от количественной характеристики (уровня, концентрации и др.) и продолжительности воздействия вредный производственный фактор может стать опасным.

При выполнении своих профессиональных обязанностей обслуживающий персонал банка может столкнуться со следующими опасными производственными факторами:

1. Вредные факторы: шум; вибрация; недостаточный уровень освещения; электромагнитное излучение; отклонение параметров микроклимата.
2. Опасные факторы: поражение электрическим током; механические травмы.

17.1.2 Анализ вредных факторов

Шум: Шум наносит большой ущерб, вредно действует на организм человека и снижает производительность труда. Утомление работников из-за сильного шума увеличивает число ошибок при работе, способствует возникновению травм. При нормировании шума используют два метода: нормирование по предельному спектру шума, нормирование уровня звука. Таким образом, шум на рабочих местах не должен превышать допустимых уровней, значение которых приведены в ГОСТ 12.1.003-2015 «Шум. Общие требования безопасности» [38]. Поэтому для рабочих мест допустимый уровень звукового давления в активной полосе со среднегеометрической частотой 1000 Гц есть 60 дБ, а допустимый эквивалентный уровень звука 65 дБА. При данном производственном процессе уровень шумов не выходит за нормативы.

Основным источником шума в помещениях банка являются:

- работа дизельного генератора резервного электропитания при отключении общего электропитания, уменьшается посредством расположения аппаратуры в отдельном помещении с проведением шумозащитных мероприятий (резиновое уплотнение дверей, установка стеклопакетов), применяются индивидуальные средства защиты от шума, а так же звукоизоляция мест пересечения ограждающих конструкций с инженерными конструкциями и укрытия в кожухи источников шума. В качестве индивидуальных средств защиты от шума используют специальные наушники, вкладыши в ушную раковину, противошумные каски, защитное действие которых основано на изоляции и поглощении звука,
- работа системы вентиляции и кондиционирования помещений, создаваемый ими общий шум не выходит за пределы требуемых норм, никаких мероприятий в данном случае не требуется, дополнительные средства защиты не предусмотрены.

Вибрация: Гигиеническое нормирование вибраций регламентирует параметры производственной вибрации и правила работы с вибрационно-опасными механизмами и оборудованием, ГОСТ 12.1.012 – 2004 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования» [39], Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.556 –

96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий» [40].

Таблица 20 – Гигиенические нормы вибрации

Вид вибрации	Допустимый уровень вибростойкости, дБ, в активных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц					
	2	4	8	16	32,5	63
Технологическая	108	99	93	92	92	92

Вибрацию от работы дизельного генератора можно снизить при установке под стойки нескольких слоёв резиновых уплотнителей.

Ещё одним источником вибрации являются асинхронные двигатели и лопатки системы вентиляции. Для снижения уровня вибрации эти установки вентиляции располагают в отдельно выделенном помещении, на металлических основаниях с установкой специализированных гасящих пружин и резиновых прокладок. Для снижения уровня вибрации производится тщательное наблюдение за узлами оборудования, и, в случае необходимости, настройка оборудования и замена изношенных частей установок.

Недостаточный уровень освещения: Общее освещение в производственных помещениях должно удовлетворять нормам, предусмотренным СП.52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение» [41]. Естественное освещение обеспечивается наличием и размерами световых проёмов в потолочном перекрытии (так называемый «верхний свет») и на стенах здания, характеристика освещённости в этом случае сильно зависит от продолжительности светлого времени суток. В случае недостаточности естественного освещения или в темное время суток применяется искусственное освещение, при этом оно может подразделяться на общее рабочее (располагаться как в верхней зоне, так и локально на рабочих местах), аварийное, эвакуационное и ремонтное.

Для безопасного продолжения работы, или выхода людей из помещений при внезапном отключении должно быть предусмотрено аварийное освещение, которое представляет около 10% от общего освещения. Допустимые показатели

снижения уровня питающего напряжения у самого наиболее удаленного светильника не должно превышать показатель в 5%. Электропитание системы аварийного освещения должно осуществляться от независимого источника гарантированного электропитания. Типы светильников, применяемых для аварийного освещения, должны отличаться от светильников рабочего освещения типом или размером либо на них должны быть нанесены специальные знаки. Светильники, применяемые для аварийного освещения, в обязательном порядке должны быть оборудованы аккумуляторными батареями и приборами автоматики, так что при исчезновении основного напряжения в сети подключается сеть резервного электропитания, при пропадании электроснабжения автоматически подключаются аккумуляторные батареи, которые рассчитаны на автономную работу светильника в течении до 120 минут (светильник «Армстронг», мощностью 30 Вт., тип «SVT-ARM-U-595x595x40-30W-PR-inBAT-2h» - изготовитель ООО "ЭнергоРесурс", Россия, Красноярский край, г. Красноярск) [10].)

Вдоль всех главных коридоров, лестничным клеткам и над пожарным крапом, предусмотрены эвакуационные светильники показывающие выход. Данные светильники входят в состав системы оповещения о пожаре и управления эвакуацией при пожаре. Общее управление ими осуществляется посредством включения в «Программный комплекс мониторинга» системы «Астра-Зитадель», при этом световые указатели «Выход» питаются автономными элементами питания, светильники направления эвакуации питаются напряжением 12В от специализированных резервированных источников электропитания.

Ремонтное освещение предусматривается в технических помещениях, и осуществлено переносными светильниками с помощью пониженного напряжения питания 36 В. Светильники подключаются с помощью штепсельной розетки, которая размещена в отдельном корпусе вместе с трансформатором 220/36В. Конструкция светильников предусматривает защитный сетчатый кожух для предохранения лампы от повреждений.

Защита от электромагнитных полей: Нормирование ЭМП промышленной частоты осуществляют по предельно допустимым уровням напряженности

электрического и магнитного полей частотой 50 Гц в зависимости от времени пребывания в нем и регламентируются ГОСТ 12.1.002 – 84 "Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах" [42].

Источниками электромагнитных полей являются ВЛЭП, включающие коммутационные аппараты, устройства защиты и автоматики.

В рассматриваемых помещениях банка некоторое технологическое оборудование способно создавать напряженность электрического поля на рабочих местах выше 5 кВ/м, при этом применяется рациональное размещение оборудования, излучающее электромагнитную энергию, а рабочие места персонала удалены от источников электромагнитных полей.

Отклонение параметров микроклимата: Для обеспечения условий выполнения высоко-производственного труда научно-технического персонала немаловажную роль играет микроклимат, т.е. факторы производственной среды, влияющие на физическое и эмоциональное состояние человеческого организма.

Нормы производственного микроклимата установлены системой стандартов безопасности труда ГОСТ 12.1.005 – 88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» [43] и СанПиН 2.2.4.548 – 96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [44].

Таблица 21 – Допустимые нормы параметров микроклимата в рабочей зоне производственного помещения

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность, φ%	Скорость движения воздуха, м/с	
		Диапазон ниже оптимальных величин t _{опт}				Если t° < t° _{опт}	Если t° > t° _{опт}
Холодный	Па	17,0 – 18,9	21,1 – 23,0	16,0 – 24,0	15 – 75	0,1	0,3
Теплый	Па	18,0 – 19,9	22,1 – 27,0	17,0 – 28,0	15 – 75	0,1	0,4

Допустимые микроклиматические условия установлены по критериям допустимого теплового и функционального состояния человека на период восьми часовой рабочей смены. Они не вызывают повреждений или нарушений состоя-

ния здоровья, но могут приводить к возникновению общих и локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности. Допустимые величины показателей микроклимата устанавливаются в случаях, когда по технологическим требованиям, техническим и экономически обоснованным причинам не могут быть обеспечены оптимальные величины.

Для рассматриваемого объекта установлены оптимальные величины показателей микроклимата. Для холодного периода года используется кондиционирование и увлажнение воздуха, отопление. Устройства систем вентиляции используются круглогодично, при этом система вентиляции устроена так, что холодный воздух предварительно нагревается через систему радиаторов, которые получают тепло за счёт теплого выводимого воздуха наружу. Теплозащитные экраны применяются по необходимости, в основном в теплый период.

Таблица 22 – Оптимальные нормы параметров микроклимата в рабочей зоне производственного помещения

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность, φ%	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	IIa	19,0-21,0	18,0 – 22,0	60 – 40	0,2
Теплый	IIa	20,0-22,0	19,0 – 23,0	60 – 40	0,2

Согласно требованиям СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование» устанавливаются нормы производственной вентиляции[45]. На рабочем месте предусматривается искусственная приточно-вытяжная общеобменная вентиляция с расходом воздуха на одного работающего в объёме не менее 60 м³/час.

Воздух, поступающий в помещение в зимнее время, подогревается на входе тепловыми завесами, а охлаждается с помощью приточно-вытяжной вентиляции. Механическая вентиляция обеспечивает очистку выбрасываемого наружу воздуха, что очень важно для воздушной среды окружающей организацию. В помещениях банка повсеместно используются специализированные

сплит-системы с возможностью охлаждения либо подогрева воздуха в зависимости от сезона, проведения очистки воздуха с возможностью увлажнения с помощью специальных фильтрационных систем.

17.1.3 Анализ опасных факторов

Поражение электрическим током: Нормирование ГОСТ 12.1.038 –82 ССБТ [46], которое устанавливает предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов, протекающих через тело человека при нормальном режиме работы электроустановок производственного и бытового назначения постоянного и переменного тока частотой 50 и 400 Гц, Правила устройства электроустановок [4] и Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 24 июля 2013 г. № 328н “Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок” (вступил в силу 4 августа 2014 года) [46].

В отношении опасности поражения электрическим током в отдельных помещениях банка (помещение для дизельного генератора, серверная) присутствуют электроустановки напряжением на 0,4 кВ, рассчитанные на большие токи резервирования (система автоматического ввода резерва, силовые рубильники, дизель-генератор на 120 кВА, источники бесперебойного питания на 10кВт с аккумуляторными батареями на 100 А/ч).

В данных помещениях отсутствует токопроводящая пыль и влажность, но имеется потенциальная возможность одновременного прикосновения человека к металлоконструкциям здания, технологическим аппаратам и механизмам с одной стороны, имеющим соединение с землей, и к металлическим корпусам электрооборудования, (открытым проводящим частям, находящимся под напряжением), с другой.

Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов установлены для путей тока от одной руки к другой и от руки к ногам. Напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме электроустановки, не должны превышать значений, указанных в таблице 7.1 [46].

Таблица 23 – Напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном режиме электроустановки

Род тока	U, В	I, мА
	Не более	
Переменный, 50 Гц	2,0	0,3
Переменный, 400 Гц	3,0	0,4
Постоянный	8,0	1,0

Основные факторы, определяющие опасность поражения электрическим током: электрическое сопротивление тела человека, величина напряжения и тока, продолжительность воздействия электрического тока, условия внешней среды и состояние человека, род и частота электрического тока, пути тока через тело человека.

1. Для работы с электроустановками выше 1000 В применяются:

а) основные защитные средства:

- изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, указатели напряжения, устройства и приспособления для ремонтных работ;
- приспособления и изолирующие устройства для проведения работ на В/Л с возможностью непосредственного прикосновения электрика к токоведущим частям (изолирующие лестницы, площадки, изолирующие тяги, канаты, корзины телескопических вышек, кабины для работы у провода и др.).

б) дополнительные защитные средства:

- оградительные устройства;
- диэлектрические ковры;
- переносные заземления;
- диэлектрические перчатки;
- диэлектрические колпаки;
- диэлектрические боты;
- индивидуальные экранирующие комплекты;
- изолирующие подставки и накладки;
- плакаты и знаки безопасности.

2. Для работы с электроустановками ниже 1000 В применяются

а) Основные защитные средства:

диэлектрические перчатки;

изолирующие и электроизмерительные клещи;

указатели напряжения;

слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками.

б) Дополнительные защитные средства:

оградительные устройства;

переносные заземления;

изолирующие подставки и накладки;

диэлектрические боты;

диэлектрические ковры;

плакаты и знаки безопасности.

Основными мерами защиты на объекте от поражения током являются:

устранение опасности поражения при появлении напряжения на корпусах, кожухах и других частях электрического оборудования, что достигается применением малых напряжений, использованием двойной изоляции, выравниванием потенциала, защитным заземлением, занулением, защитным отключением и д.р.;

электрическое разделение сети;

организация безопасной эксплуатации электроустановок;

обеспечение недоступности токоведущих частей, находящихся под напряжением от случайного прикосновения;

применение специальных защитных средств переносных приборов и приспособлений;

применение индивидуальных средств защиты: изолирующие электрозащитные средства, ограждающие средства защиты, предназначенные для временного ограждения токоведущих частей, для временного заземления, предохранительные средства защиты предназначенные для индивидуальной защиты от световых, тепловых и механических повреждений.

К основным техническим средствам защиты от опасности прикосновения к токоведущим частям электроустановок, согласно требованиям ПОТРМ-016-2001 [16], относятся:

средства индивидуальной защиты и защитные средства: штанги изолирующие, диэлектрические перчатки, боты, галоши, коврики, изолирующие подставки, слесарно-монтажный инструмент с изолированными рукоятками, переносные заземления, предупредительные плакаты, предохранительные пояса.

отключение электроустановки и электрическая изоляция токоведущих частей;
ограждение и вывешивание запрещающих, указательных, предупреждающих и предписывающих плакатов;

принудительное зануление проводников и токоведущих частей;

использование малых напряжений;

сигнализация и блокировка;

электрическое разделение сети;

выравнивание потенциалов;

защитное отключение;

К основным организационным мероприятиям, обеспечивающим безопасность работ в электроустановках, согласно ПОТРМ-016-2001; РД 153 -34,0-03,150-00, относятся:

допуск к работе;

надзор во время работы;

оформление работ нарядом, распоряжением или перечнем работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации;

оформление перерыва в работе, перевода на другое место, окончание работы.

Механические травмы: Безопасные условия работы обеспечиваются правильной организацией работ, постоянным надзором за работающими со стороны производителя работ и соблюдением рабочими техники безопасности и регламентируются ПОТРМ-016-2001; РД 153 -34,0-03,150-00.

При обслуживании дизельного генератора необходимо учитывать то, что данный электроприбор имеет подвижные части, при этом частота вращения его составляет 1500 об/мин, т.е. при неосторожном обращении есть вероятность получения механической травмы. Так же в вентиляционной комнате используются четыре асинхронных двигателя для системы вентиляции и системы дымоудаления, в составе которых имеются подвижные механические части несущие потенциальную угрозу при эксплуатации.

В целях обеспечения безопасности при проведении работ на вышеуказанных электроприборах вывешиваются предупредительные плакаты, устанавливаются специальные ограждения, световая и визуальная (например, видимый разрыв рубильника) сигнализация.

17.2. Экологическая безопасность

Мероприятия по охране природы регламентируются ГОСТ 17.0.001-86 (Основные положения) [28], ГОСТ 17.2.1.01-86 (Атмосфера) [29] и ГОСТ 17.11.02-86 (Гидросфера) [30].

Охрана окружающей среды в организации предусматривает мероприятия, предотвращающие загрязнение воздушного бассейна. С этой целью загрязненный воздух, удаляемый из производственных помещений, пропускается через специальные очистительные фильтрующие и обезвреживающие устройства, которые обеспечивает вытяжному воздуху то же качество, что и на входе. В помещениях банка повсеместно используются специализированные сплит-системы с возможностью охлаждения либо подогрева воздуха в зависимости от сезона, проведения очистки воздуха с возможностью увлажнения с помощью специальных фильтрационных систем.

В процессе эксплуатации административного здания коммерческого банка могут производиться вредные выбросы в воздух при работе дизельного генератора резервного электропитания.

Для снижения выбросов проводятся следующие мероприятия:

- выхлопная труба от двигателя генератора выводится на крышу здания, на выходе из выхлопной трубы устанавливается специальный воздушный фильтр для улавливания твёрдых частиц сажи,

- проводится своевременное техническое обслуживание топливной системы двигателя для обеспечения качественного, полного сжигания дизельного топлива при работе,

- в помещении, где установлен дизельный генератор, устанавливается специальная противопожарная металлическая дверь с резиновыми уплотнителями, что так же снижает общий уровень шума от работы двигателя,

- в помещении устанавливается система кондиционирования и вентиляции для обеспечения требуемой температуры и притока свежего воздуха в целях безопасной и безвредной работы для обслуживаемого персонала и электроприборов,

- все электроприборы, металлические щиты заземляются к общей шине заземления банка для исключения поражения персонала электрическим током и защиты электроприборов от выхода из строя.

Влияние электрических сетей на окружающую среду воздействием электрического поля, использованием земельных ресурсов, нарушением природных ландшафтов в данном случае не рассматривается из-за специфики используемого оборудования 0,4 кВ, как для общебытового использования отдельностоящего здания.

В процессе эксплуатации здания банка образующие сточные воды, которые появляются в результате работы сантехники здания, текущей уборки и специальными сливами отводятся в технологическую канализационную сеть.

Твердые отходы, полученные в процессе эксплуатации банка, проходят процедуру отдельного сбора: в отдельные пакеты фасуются стеклянные, отдельно пластиковые, отдельно остальные отходы. С обслуживающей организацией заключен договор на вывоз и утилизацию данного вида отходов.

Все бумажные отходы, в том числе те, которые были предварительно размельчены устройствами – shreddерами для бумаги складываются отдельно для последующей передачи во вторичную переработку.

При утилизации электроприборов, в составе электронных схем которых содержатся драгоценные металлы (золото, серебро) либо редкоземельные элементы, данное оборудование передается в специализированные организации. Неисправные аккумуляторные батареи, элементы питания для утилизации передаются в сеть магазинов «Мир аккумуляторов», г. Томск, ул. Тверская, 17.

Для утилизации ранее используемых ртутных ламп заключен договор на данный вид работ с НПО «Экотом», г. Томск, ул. Елизаровых д.49.

Также для поддержания экологического равновесия в природе, на территории, прилегающей к зданию банка, проводятся мероприятия по озеленению данной территории.

17.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

К чрезвычайной ситуации (далее - ЧС) на объекте могут относиться возникновение такой обстановки, которая может повлечь или уже повлекла за собой человеческие жертвы, а так же ущерб для здоровья людей или ущерб для окружающей среды, нарушение нормальных условий жизнедеятельности. Возникновение ЧС возможно вследствие совершения террористических актов, аварий, катастроф, пожаров, стихийных бедствий, военных действий.

Для предотвращения возникновения чрезвычайных ситуаций в коммерческом банке ПАО «Томскпромстройбанк» на сегодняшний день проводятся следующие мероприятия:

1. Для обеспечения требований по антитеррористической защищённости объекта в банке организована собственная служба безопасности, на центральном входе установлена магнитная рамка металлодетектора. В помещениях банка установлена система контроля доступа в отдельные специализированные поме-

щения, все помещения банка внутри и периметр банка снаружи оборудованы системой видеонаблюдения, которая работает в круглосуточном режиме с выводом на пост охраны банка.

2. Отдельные помещения банка оборудованы охранной сигнализацией, так же установлена система «тревожной сигнализации», всё это с выводом на пульт охраны подразделения полиции вневедомственной охраны Росгвардии РФ.

3. Все помещения банка оборудованы системой охранно-пожарной сигнализации, системой оповещения о пожаре и управления эвакуацией при пожаре (с установкой в каждом помещении акустической колонки для своевременного оповещения людей о возникновении пожара или другой ЧС).

4. Для обеспечения бесперебойной работы в случае ЧС предусмотрено питание от двух источников электроэнергии (двух отдельных трансформаторных подстанций), удаленных на такое расстояние, чтобы исключить возможность разрушения их стихийным бедствием или аварией, а также имеются автономные резервные источники электропитания (резервный дизельный электрогенератор для потребителей 1-й категории, дополнительные мощные резервные источники на аккумуляторных батареях для потребителей «Критичной группы» 1-й категории).

5. В целях снижения опасности возгорания в особо ответственных помещениях банка установлены автоматические автономные системы порошкового и газового пожаротушения. Проведено обучение персонала, работающего в данных помещениях, по действиям при возникновении пожара и возможному срабатыванию систем пожаротушения.

6. От прямых ударов молнии установлена молниезащита, где молниеприемниками служат неизолированные стержневые молниеотводы. Для применения в качестве токоотводов так же используют наружные вертикальные стальные конструкции (пожарные лестницы). В качестве защитного молниеотвода по периметру помещений по стенам на каждом этаже проложены стальные пояса из

полосовой стали. К данной полосе защитного заземления подключаются все металлические конструкции в помещениях, а так же используемое технологическое оборудование. Общая схема подключений подразумевает, что каждый токоотвод такого устройства присоединен к замкнутому контуру, уложенному по периметру здания.

Важнейшим условием для обеспечения быстрой ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций является соблюдение общественного порядка. Персонал, находящийся на территории организации, при этом должен не поддаваться панике, проявлять высокую дисциплину, организованность и спокойствие. Для этого на предприятии несколько раз в году проводится обучение по теоретической подготовке и практическим тренингам.

Согласно требований п.12 постановления Правительства РФ от 25 апреля 2012 г. № 390 «О противопожарном режиме» 1 раз в полугодие проводятся учебные тренировки по действиям персонала банка при возникновении пожара и последующей эвакуации из здания[48].

Пожарная безопасность

Основы противопожарной защиты определяются Федеральным законом от 22.07.2008 №123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" [7]. Ответственность за соблюдение необходимого противопожарного режима и своевременное выполнение противопожарных мероприятий возлагается на руководителя организации и на лицо, ответственное за противопожарную безопасность объекта. На основе типовых правил пожарной безопасности разрабатываются противопожарные инструкции, как для отдельных специфических помещений банка, так и в целом для всего банка, в которых должны быть ознакомлены все работники банка.

Согласно Федерального закона N 123-ФЗ, помещения и здания по взрывопожарной и пожарной опасности классифицируются на категории А, Б, В, Г и Д. В помещениях банка возможно возникновение пожара класса А (твёрдых горючих веществ и материалов) из-за горючей отделки общих коридоров, служебных

помещений, в отдельных помещениях (гараж служебных автомобилей, комната для установки дизельного генератора, электрощитовая, комната серверная) возможен пожар класса В (пожар горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ) и пожар класса Е (пожар горючих веществ и материалов электроустановок, находящихся под напряжением).

Средства пожаротушения подразделяют на первичные, стационарные и передвижные (пожарные автомобили). Пример первичных средств пожаротушения указан на рис.39.



Рисунок 39 – Внешний вид первичных средств пожаротушения

В помещениях банка устанавливается пожарный инвентарь первичного пожаротушения, в который входят (согласно ВППБ 01-02-95 РД 153-34.0-03.301-00) такие первичные средства пожаротушения, как (из расчета на 2000 м² защищаемой площади):

В общих коридорах, в офисных и служебных помещениях 1, 2, 3 этажа:

- Огнетушители порошковые – 32 шт. (ОПУ-5 – 22 шт., ОПУ-10 -10шт),
- Огнетушители углекислотные – 20 шт. (ОУ-6 – 10 шт., ОУ-8 -10шт),

В помещениях: гараж служебных автомобилей, комната для установки дизельного генератора:

- Огнетушители порошковые – 10 шт. (ОПУ-5 – 8 шт., ОПУ-10 -2шт.),
- Огнетушители углекислотные – 20 шт. (ОУ-6 – 4 шт., ОУ-8 -2шт.),
- Лопата – 2 шт., багор – 2 шт., песок – 2 ящика, кошма – 2 упак.

Кроме того, в некоторых помещениях банка (архив, денежное хранилище, гараж служебных автомобилей, комната серверная, электрощитовая, комната для установки дизельного генератора) используются стационарные системы автоматического пожаротушения, порошкового и газового типа, которые могут запускаться как в автоматическом режиме так и в ручном режиме запуска пожаротушения (пример газовой установки указан на рис.40).

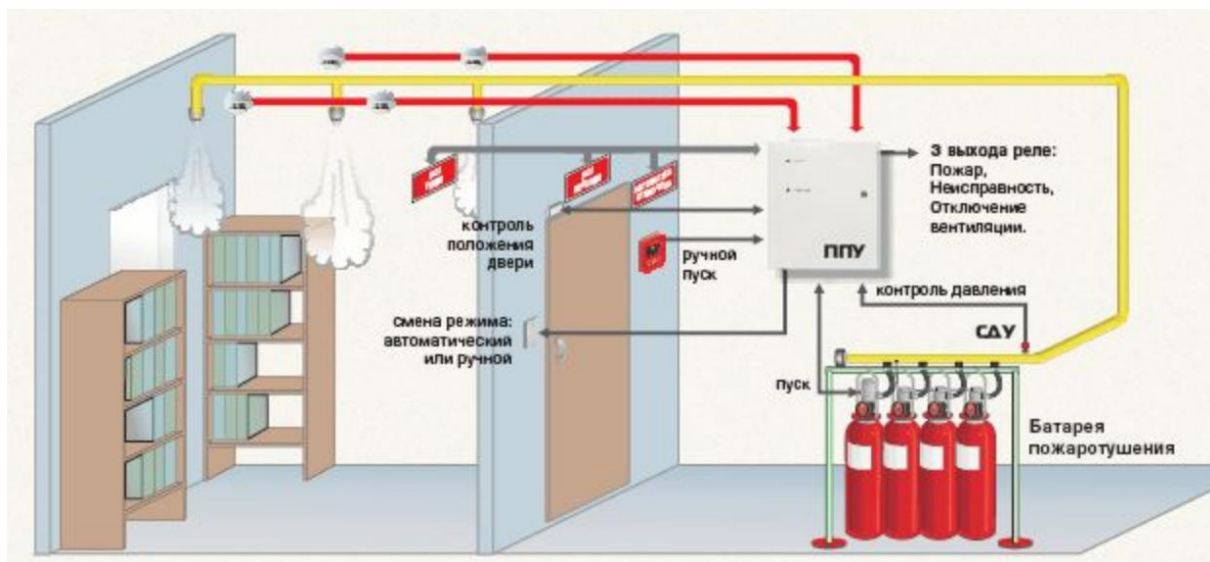


Рисунок 40 – Внешний вид автоматического газового пожаротушения.

Для организации тушения мелких возгораний, до прибытия сотрудников подразделения МЧС, обслуживающий персонал обязан пройти соответствующее обучение правилам первичного пожаротушения, уметь использовать первичные средства пожаротушения, расположенных на пожарных щитах и в общих коридорах. Согласно предъявляемым требованиям размещение первичных средств пожаротушения определено вблизи мест наиболее вероятного их применения, на виду, в безопасном при пожаре месте, с обеспечением к ним свободного доступа.

Согласно требований Федерального закона N 123-ФЗ на объектах должны быть разработаны и размещены утвержденные планы эвакуации, на котором должна быть указана схема помещений объекта, указаны пути эвакуации, эвакуационные и аварийные выходы. На схеме должны быть расположены указатели направления движения, знаки выходов для кратчайшего выхода людей из опасных помещений в случае возникновения пожара в помещениях, места расположения средств первичного пожаротушения, «кнопок пожарной тревоги». Так же на схеме должен быть указан краткий алгоритм действия при возникновении чрезвычайных ситуаций, указаны телефоны служб спасения.

Примерный вид плана эвакуации приведен на рисунке 41.



Рисунок 41 – План эвакуации

18. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Согласно статьи 212 ТК РФ в обязанность работодателя входит требование по обеспечению безопасных условий и охраны труда[32], что так же отражается в положениях коллективного договора в организации.

В рамках заключенного коллективного договора ежегодно ПАО «Тосмкпромстройбанк» выделяет денежные средства на финансирование следующих социальных программ:

- организация санаторно-курортного лечения, оздоровление работников и их детей;

- организация дополнительного страхования на оказание дополнительных услуг по медицинскому обслуживанию сотрудников, проведение ежегодных медицинских осмотров, в качестве профилактики от сезонных вспышек вируса гриппа регулярно проводится вакцинация работающих, за счёт средств банка проводится страхование всех сотрудников от клещевого энцефалита и болезни Лайма,

- развитие корпоративного спорта и культурно-массовой деятельности;

- материальное поощрение работников к юбилеям и знаменательным датам;

- материальная помощь работникам, нуждающимся в дополнительной социальной поддержке;

- единовременные компенсационные выплаты увольняющимся работникам в связи с выходом на пенсию;

- выплаты единовременной материальной помощи на оплату медикаментов,

- сотрудники банка имеют ряд социальных гарантий, а также спектр финансовых льгот, таких как социальное страхование, льготное кредитование, материнские выплаты,

- для сотрудников банка, в рамках повышения квалификации, предусмотрено бесплатное обучение в ВУЗах г. Томска, регулярное прохождение курсов

повышения квалификации.

На основании нормативных документов в сфере безопасности в ПАО «Тосмкпромстройбанк» в 2018 году проведены проверки состояния организации рабочих мест, проведена специальная оценка рабочих мест по каждому отдельному помещению (ранее данная работа называлась аттестацией рабочих мест), разработаны мероприятия по устранению выявленных замечаний в ходе специальной оценки (проводятся замены светильников с люминисцентными лампами на светодиодные световые панели, проведена установка в 12 помещениях климатических сплит-систем, проведена замена электропроводки в гаражных боксах с установкой светодиодных светильников, взрывобезопасного герметичного исполнения).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе разработки комплекса технических средств для обеспечения надёжного электроснабжения коммерческого банка проведён подбор оборудования, требуемого для организации бесперебойного электропитания особо важных и основных подразделений банка, относящихся к 1 категории электроснабжения, проведён выбор требуемой системы АВР, дизельный генератор резервного электропитания, основное оборудования для надёжного резервирования систем электроснабжения банка, разработан алгоритм работы проектируемой системы АВР. Согласно нормативных требований (МВД, МЧС, ФЗ и др.) по обеспечению требуемых параметров по длительности работы оборудования проведены расчёты ёмкости и числа применяемых аккумуляторных батарей.

Особая значимость проведённой работы обусловлены тем, что перерывы в электроснабжении, длительные отключения электропитания в коммерческом банке могут угрожать безопасности здоровья и жизни людей, в первую очередь когда речь идёт о системах оповещения о пожаре и эвакуации при пожаре, системах дымоудаления и пожаротушения, а так же могут непосредственно угрожать работе систем финансовой и информационной безопасности, охранним системам банка.

Введение в эксплуатацию современной электроэнергетической аппаратуры, внедрение инновационных методов управления электротехническими системами, которые в целом позволяют обеспечить надёжное, бесперебойное электроснабжение коммерческого банка, что в целом обеспечивают его устойчивое и стабильное функционирование на общем рынке кредитно-финансовой сферы в РФ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сайт ПАО «Тосмскпромстройбанк», [электронный ресурс], режим доступа свободный <http://www.tpsbank.tomsk.ru/>, 10.04.2018;
2. Федеральный закон от 23.07.2013 года №208-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам антитеррористической защищенности объектов», [электронный ресурс], режим доступа свободный <http://www.kremlin.ru/acts/bank/37505>, 10.04.2018;
3. СП 5.13130.2009 Свод правил " Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования", [электронный ресурс] http://www.mchs.gov.ru/upload/site1/ministry/sp_5.13130.2009.pdf , режим доступа свободный, 11.04.2018;
4. Правила устройства электроустановок. Седьмое издание. – М.: «Энергосервис», 2003;
5. Рубильники-переключатели HAGER, [электронный ресурс], режим доступа свободный <http://www.hagersystems.ru/production/main-devices/>, 11.04.2018,
6. Дизельная генераторная установка «FG Wilson P150-5», [электронный ресурс], режим доступа свободный <http://lightoil.spb.ru/catalog/prodazha-dgu/dgu-fg-wilson/fg-wilson-r150-5/> , 13.04.2018,
7. Федеральный закон от 22.07.2008 года №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», [электронный ресурс], режим доступа свободный <http://base.garant.ru/12161584/> , 13.04.2018;
8. Федеральный закон от 30.12.2009 года № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», [электронный ресурс], режим доступа свободный <http://base.garant.ru/12172032/>, 14.04.2018;
9. Свод правил СП 52.13330.2016 "Естественное и искусственное освещение", [электронный ресурс], режим доступа свободный <http://base.garant.ru/71692340/> , 14.04.2018;

10. Продукция ООО "ЭнергоРесурс", [электронный ресурс], режим доступа свободный <https://ener24.ru/p340276713-svetodiodnyj-svetilnik-armstrong.html> , 18.04.2018;
11. Продукция НПО «Бастион», [электронный ресурс], режим доступа свободный <https://bast.ru/ups/skat-ups-10000-snmp> , 18.04.2018;
12. Расчет времени резерва питания нагрузки от ИБП, [электронный ресурс], режим доступа свободный <https://skat-ups.ru/articles/vremya-rezerva-ibp> , 20.04.2018;
13. Блок ротации кондиционеров «УРК-2Т», [электронный ресурс], режим доступа свободный <http://lessar-cond.ru/files/urk-2t.pdf>., 20.04.2018;
14. Продукция НТЦ «ТЕКО», [электронный ресурс], режим доступа свободный <https://www.teko.biz/catalog/220/6559/> , 20.04.2018;
15. Продукция НПО «Бастион», [электронный ресурс], режим доступа свободный <https://bast.ru/products/ops/skat-v1200dc-12km> , 20.04.2018;
16. Источник бесперебойного питания «Liebert GXT3 3000», [электронный ресурс], режим доступа свободный <http://www.liebert-ups.ru/model/gxt3-3000rt230> , 20.04.2018;
17. Продукция компании Polyvision, Китай, [электронный ресурс], режим доступа свободный <https://www.polyvision.ru> , 22.04.2018;
18. Продукция компании POWERCOM, Тайвань [электронный ресурс], режим доступа свободный <http://pcm.ru/catalog/item/1535> , 20.04.2018;
19. Р 78.36.005 – 2011 Рекомендации: выбор и применение систем контроля и управления доступом - М.: ФГУ НИЦ «Охрана» МВД России, 2011, - 95 с.
20. Продукция фирмы «LEGRAND», [электронный ресурс], режим доступа свободный <http://www.legrand-russia.ru/product/88237> , 25.04.2018;
21. СП 7.13130.2013 Свод правил «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности». [электронный ресурс] http://www.mchs.gov.ru/law/Svodi_pravil/item/5380604/ , режим доступа свободный, 25.04.2018;

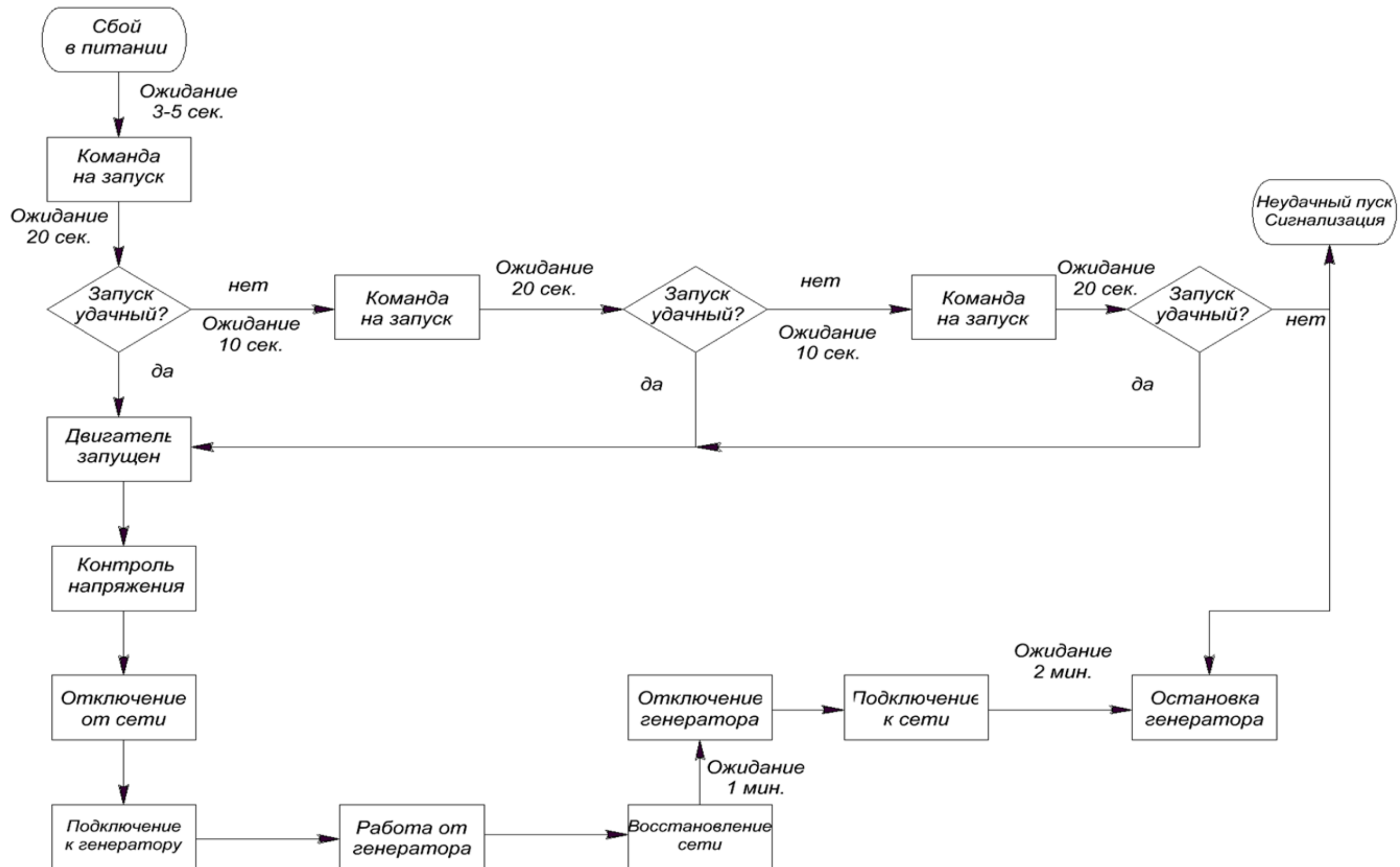
22. Каталог Владимирского электромоторного завода «Асинхронные двигатели общепромышленного назначения» [электронный ресурс] http://www.vemp.ru/pdf/Katalog_VEMZ_2008.pdf, режим доступа свободный, 10.05.2018;
23. Игнатович В.М. Расчет асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором: учебно-методическое пособие по курсовому проектированию/ Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 60с.
24. Преобразователь частоты IDS Drive [электронный ресурс] http://www.ids-drive.ru/documents/IDS-Drive_Z.pdf, режим доступа свободный, 10.05.2018;
25. Каталог ПО «Электротехник» [электронный ресурс] http://www.elektrotehnik.ru/pdf/PML_Elektrotehnik_10-95.pdf, режим доступа свободный, 10.05.2018;
26. Кабышев А.В., Обухов С.Г. Расчет и проектирование систем электропитания объектов и установок:– Томск: Изд-во ТПУ 2006.
27. Мельников М.А. Внутрицеховое электроснабжение: Учеб. пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2002.
28. Гаврилин А.И., Электроснабжение промышленных предприятий. Методические указания к выполнению выпускной работы бакалавра, Томск, Изд-во ТПУ, 2001.
29. Сайгаш А.С. Электроснабжение и электропотребление на предприятиях: методические указания к выполнению индивидуальных заданий по курсу «Электроснабжение и электропотребление на предприятиях» для студентов III курса, обучающихся в ТПУ – Томск: Изд-во ТПУ, 2014. – 32 с.
30. Сивков А.А., Герасимов Д.Ю., Сайгаш А.С., Основы электроснабжения / учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2012.
31. Видяев И.Г. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014,

32. Федеральный закон «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 №13-ФЗ (в редакции от 05.02.2018),
33. Налоговый кодекс Российской Федерации (ч. 2) от 05.08.2000 N117-ФЗ [электронный ресурс], http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28165/, режим доступа свободный, 10.05.2018;
34. Федеральный закон "О страховых взносах в Пенсионный фонд Российской Федерации, Фонд социального страхования Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования" от 24.07.2009 N212-ФЗ,
35. Скворцов Ю.В. Организационно-экономические вопросы в дипломном проектировании: Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 2006,
36. Раицкий К.А. Экономика предприятия: учебник для вузов. – М.: Дашков и К, 2002,
37. Борисова Л.М., Экономика энергетики: учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2006.
38. ГОСТ 12.1.003-83 (1999) ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
39. ГОСТ 12.1.012 – 2004 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.
40. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.556 – 96 Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий.
41. СП.52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение.
42. ГОСТ 12.1.002-84 (1999) ССБТ. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах.
43. ГОСТ 12.1.005-88 (2001) ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
44. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
45. СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.

46. ГОСТ 12.1.038-82 (2001) ССБТ.Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов (с изм. №1).

47. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 24 июля 2013 г. № 328н “Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок”

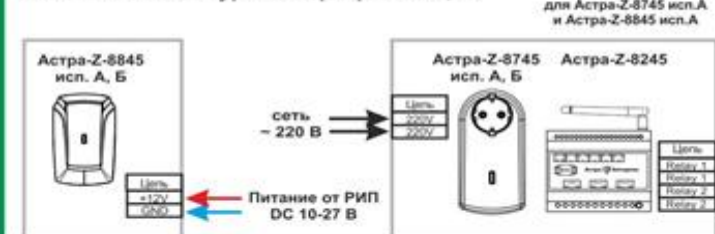
48. Постановление Правительства РФ от 25 апреля 2012 г. № 390 «О противопожарном режиме».



**Обобщенная (типовая) схема объектовой ОПС на базе системы Астра-Зиладель
с центральным ППКОП Астра-8945 Pro**

Средства обнаружения

Ретрансляторы-маршрутизаторы для увеличения дальности и обеспечения резервных маршрутов связи, обеспечивают 16 уровней ретрансляции



**Извещатели
пожарные**



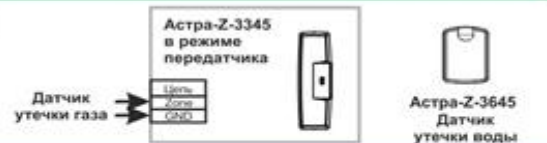
Извещатели охранные для защиты помещений



Извещатели охранные точечные "Тревожные кнопки"



Извещатели
аварийные



Извещатели защиты периметра зданий, дополнительных сооружений

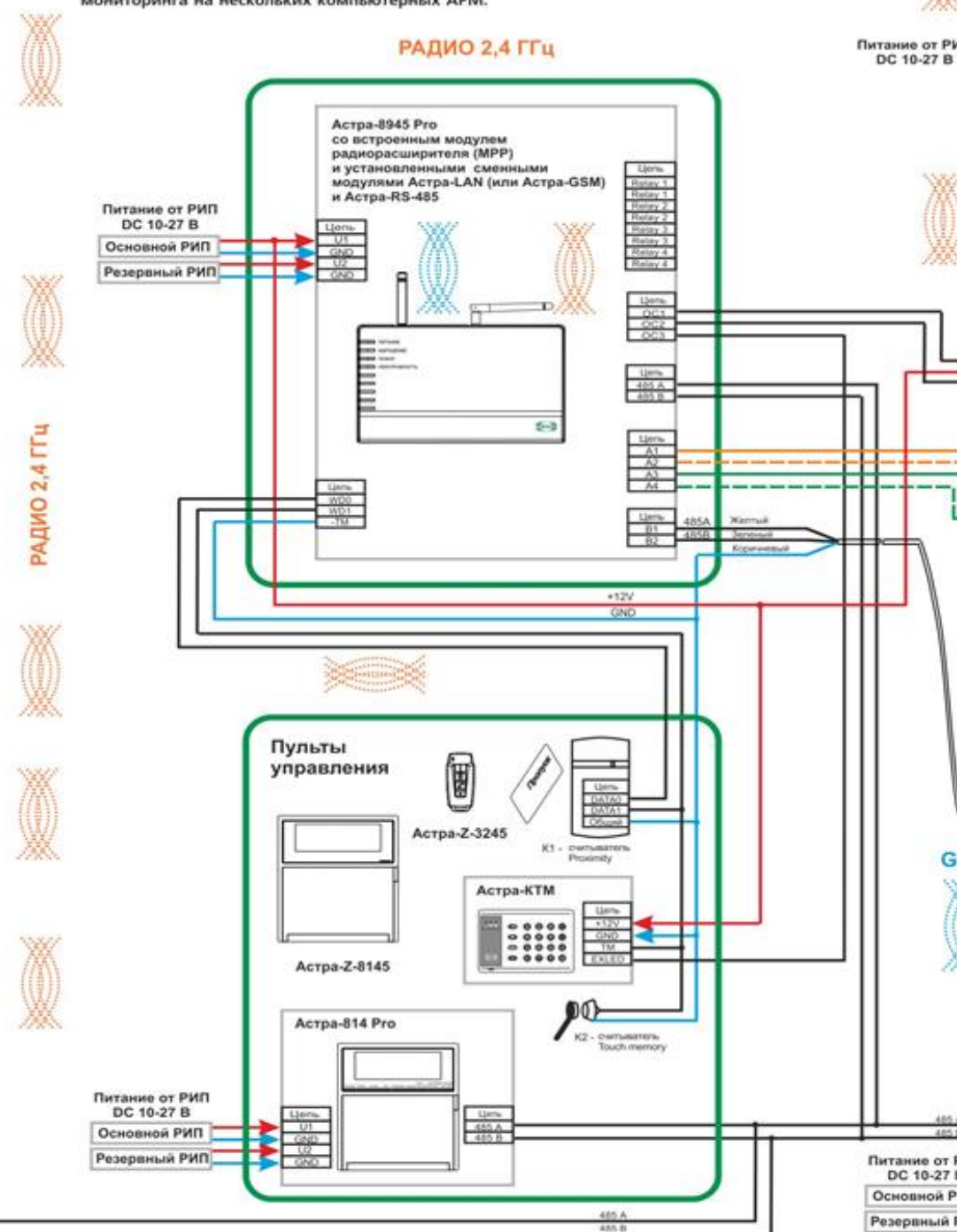


Извещатели проводные
пожарные, охранные



- Система соответствует требованиям ЕТТ ТСО и требованиям «Технического регламента...» (123-ФЗ) России.
- Рекомендована к применению в подразделениях ВО России.
- Возможность создания СОУЭ до 4-го типа включительно по СПЗ.13130.2009
- Бесплатный Программный Комплекс Мониторинга (ПКМ), включающий:
 - Модуль настройки всей системы,
 - Модуль Монитор для наблюдения за состоянием и управления системой, с возможностью мониторинга на нескольких компьютерных АРМ.

РАДИО 2,4 ГГц



Средства оповещения

Ретрансляторы-маршрутизаторы для организации радиоканального оповещения и управления другими внешними устройствами



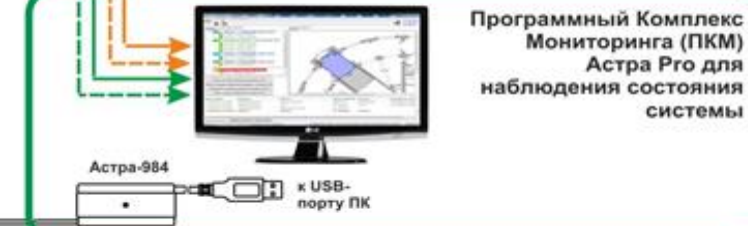
Оповещатели световые,
свето-звуковые, речевые
для отображения
состояния системы



Передача информации о состоянии системы по сети Internet с TCP/IP на ПЦН в протоколах PRO-net и SIA IP и на мобильных устройствах с приложением AstraMobile



**Программный Комплекс
Мониторинга (ПКМ)
Астра Про для
наблюдения состояния
системы**



Передача информации о состоянии системы по сети GSM в речевом канале на любые телефоны, в виде SMS на мобильные телефоны, в виде цифрового потока на ПЦН в стандартах Ademco Contact ID, Pro-Net, SIA-IP, АРГУС-СТ, в формате Ademco SMS



Блоки индикаторов
для индикации
состояния системы
в целом и по
разделам



Сводная ведомость расчета электрических нагрузок линий резервного электропитания.

N п/п	Наименование электропотребителей	нагрузка установленная							нагрузка средняя за смену					нагрузка максимальная			
		n	P _н	P _{нΣ}	m	Ки	cosφ	tgφ	P _{см}	Q _{см}	пэ	K _м	K _{м'}	P _р	Q _р	S _р	I _р
			кВт	кВт					кВт	кВАр				кВт	кВАр	кВА	A
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13	14	15	16	
ШР2 (подключение к АВР №2 с дизельным генератором)																	
Группа А «Критическая группа 1 категории»:																	
1	ИБП "SKAT UPS-10000 SNMP" пом. "Серверная"	2	10,00	20,00		0,35	0,85	0,62	7,00	4,34							
2	ИБЭП "SKAT-V.12DC-12KM" ОПС и СОУЭ	2	0,45	0,90		0,45	0,88	0,54	0,41	0,22							
3	ИБП «Liebert GXT3 3000» ОПС и СОУЭ	1	3,00	3,00		0,45	0,85	0,62	1,35	0,84							
Итого по группе А «Критическая группа 1 категории»		5	0,45-10,00	23,90	≥3	0,37	0,85	0,62	8,76	5,39	5	1,50	1,10	13,13	5,93	14,41	21,89
Группа Б «Критическая группа 1 категории»:																	
4	«SVT-ARM-U-595x595x40-30W-PR-inBAT-2h» Аварийное освещение	24	0,03	0,72		1,00	0,98	0,20	0,72	0,15							
5	ИБЭП "SKAT-V.12DC-12KM" Видеонаблюдение	2	0,45	0,90		0,98	0,88	0,54	0,88	0,48							
6	ИБП «Powercom IMP-1500AP» Видеонаблюдение	1	0,90	0,90		0,98	0,60	1,33	0,88	1,18							
7	ИБЭП "SKAT-V.12DC-12KM" СКУД	1	0,45	0,45		0,98	0,88	0,54	0,44	0,24							
Итого по группе Б «Критическая группа 1 категории»		28	0,03-0,90	2,97					2,93	2,04				2,93	2,04	3,56	5,41
Группа А «Особая группа 1 категории»:																	
8	Касса, Хранилище	6	2,20	13,20		0,40	0,85	0,62	5,28	3,27							
Итого по группе А «Особая группа 1 категории»		6	2,20	13,20		0,40	0,85	0,62	5,28	3,27		1,50	1,10	7,92	3,60	8,70	13,22
Группа Б «Особая группа 1 категории»:																	
9	Кондиционер пом. "Серверная"	2	7,80	15,60		0,75	0,65	1,17	11,70	13,68							
10	Вентилятор дымоудаления	4	5,50	22,00		0,65	0,85	0,62	14,30	8,86							
Итого по группе Б «Особая группа 1 категории»		6	5,5-7,8	37,60			1,50	1,79	26,00	22,54				26,00	22,54	34,41	52,28
Итого по Группе А(ШР2)		11	0,45-10	37,10		0,77	1,70	1,24	14,04	8,67		3,00	2,20	21,05	9,53	23,11	35,11
Итого по Группе Б(ШР2)		34	0,03-7,8	40,57					28,93	24,58				28,93	24,58	37,97	57,70
Итого по ШР2 (подключение к АВР №2 с дизельным генератором)		45	0,03-10	77,67					42,96	33,24				49,98	34,11	61,08	92,81
ШР1 (подключение на АВР №1)																	
Группа «Потребители 1 категории»:																	
Потребители по ШР2		45	0,03-10	77,67					42,96	33,24				49,98	34,11	61,08	92,81
11	Отдельные специализированные помещения	20	2,20	44,00		0,35	0,85	0,62	15,40	9,54		1,48	1,10	22,79	10,50	25,09	38,13
Итого по ШР1		65	0,03-10	121,67					58,36	42,79				72,77	44,61	86,18	130,93

Календарный план-график проведения проектирования (диаграмма Ганта)

№	Вид работ	Исполнитель	T _{кi} кал дн	Продолжительность выполнения работ												
				Февраль 2018		Март 2018			Апрель 2018			Май 2018			Июнь 2018	
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель проекта	2													
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер	11													
3	Выбор направления исследований	Инженер	11													
4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель проекта	5													
5	Проведение предварительных расчетов и обоснований	Инженер	12													
6	Расчёт АВР, выключателей	Инженер	4													
7	Выбор генератора	Инженер	5													
8	Выбор РИП, ИВЭП	Инженер	5													
9	Выбор автоматических выключателей, силовых кабелей	Инженер	7													
10	Расчёт электродвигателя системы дымоудаления	Инженер	9													
11	Оценка эффективности выбранных элементов	Руководитель проекта	6													
12	Разработка системы автоматического резерва электроснабжения	Инженер	10													
13	Составление пояснительной записки (эксплуатационно- технической документации)	Инженер	9													
14	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель проекта	2													